PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number:

08-321805

(43) Date of publication of application: 03.12.1996

(51)Int.CI.

H04B 10/02

H04B 10/18

(21)Application number: 07-181929

(71)Applicant: FUJITSU LTD

(22) Date of filing:

18.07.1995

(72)Inventor: ISHIKAWA JOJI

NISHIMOTO HIROSHI

TOMOFUJI HIROAKI

OOI HIROMI

SEKIYA MOTOYOSHI

(30)Priority

Priority country: JP

07 59295

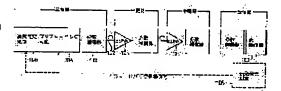
17.03.1995

(54) LIGHT TRANSMISSION SYSTEM, LIGHT MULTIPLEX TRANSMISSION SYSTEM AND ITS PERIPHERAL TECHNOLOGY

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide technology for optimizing a transmission condition for realizing large capacity transmission and to obtain peripheral technology for the practical use of light multiplex for realizing large capacity transmission.

CONSTITUTION: A transmission characteristic measuring part 105 measures a transmission characteristic. A signal light wavelength on a wavelength variable light source 106 is controlled, prechirping quantity is controlled (114), distribution compensation quantity is controlled and/or optical power is controlled for making the transmission characteristic to be the best. Non-linear effect is reduced by compulsorily distributing the wavelength by a distribution compensator 112. The signal light wavelength is optimized at every light amplification repeating section by arranging a wavelength variable laser. For realizing light multiplex, the peripheral technology of drift compensation, clock extraction, the recognition of a light signal channel and the stabilization of a clock phase can be obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

18.01.2002

[Date of sending the examiner's decision of

rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

2 (19) 日本国格部庁 (JP)

許公報(A) 华 噩 ধ

(11)特許出關公開番号

特開平8-321805

技術表示箇所

H04B 9/00

广内整理番号

H 0 4 B 10/02 10/18

(51) Int CI.

(43)公開日 平成8年(1996)12月3日

(美 25 員) 審査請求 未請求 請求項の数135 〇L

(21) ((12) (12)	特 斯平7-181929	(71) 出版人 000005223	622500000
(22) HINNER	平成7年(1995)7月18日		富士到株式会社 神奈川県川崎市中原区。上小田中4丁目1番
(31) 優先格主翌春号 修算平8-181013	修 届平8—181013	(72) 発明者	1月. 石川 大二
(32)損先日	平6 (1994) 8 月 2 日		神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
(33)優先福主領国	日本 (JP)		富士通株式会社内
(31)優先指主頭各号 特爾平7-59295	特期平7 —59295	(72) 発明者 西木 央	西木 央
(32)優先日	平7 (1995) 3,月17日		神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
(33)優先権主張団	日本 (JP)		富士面株式会社内
	,	(74)代明人	(74)代理人 非理士 石田 敬 (外3名)
			最終頁に親く

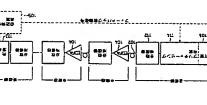
[54] 【発明の名称】 光伝送システム、光多単伝送システム及びその周辺技術

(57) (契約)

南化の技術を提供し、大容量伝送を可能にするための光 【釈題】 大容量伝送を可能にするために伝送条件の最 多更化の実用化のための周辺技術を提供する。

を測定し、それが最良になるように改長可変光級108 「解決年段」 伝送特性測定部105において伝送特性 (114)、分散植食虫の制御、及び/又は光パワーの 与えることにより非線形効果を軽減する。被長可変レー 長を最適化する。光多重化の英項のために、ドリフト楠 におりる信母光波長の朝御、ブリチャーピング間の制御 団御を行なう。 分散補償器 1-12 で強制的に放長分散を **げを配置することにより光増編中群区間ごとに信号光波** クロック抽出、光信号チャンネルの認識、クロック 立相の支定化等の周辺技術が提供される。





放光伝送路により伝送された光信号を認識する光受信部 **放光送信制が生成した光信号を伝送する光伝送路と、** 「請求項1] 光信号を生成する光送信部と、

を救光伝送路の特性に適合させるに適した特性調節手段 敗光信号の特性値及び救光伝送路の特性値の少なくとも いずれか一方を靱節することによって、敗光信号の特性 とを具備する光伝送システム。 【請求項2】 前記特性調節手段は、前記光保号の特性 首として光源の液長を関節することによって前配光信号 の彼長を調節する彼長可変光概を含む翻求項1配銭の光 伝送システム。

(精求項3) 前記特性調節手段は、前記光伝送路の終 点に設けられ、前配光伝送路の特性値として通過波長を 光信号の彼長に応じて関節することが可能な彼長可変フ 1ルタを含む精水項2配数の光伝送システム。

前配特性関節手段は、軟光増幅器の出力側に設けられ前 **技光ファイバの間に殺けられ光ファイバ中を伝送される** 【韓末頃4】 前配光伝送路は、複数の光ファイバと、 光信号を光増幅する光増幅器を具備し、

記光伝送路の特性値として通過波長を光信号の波長に合 りせて関節することが可能な第2の波長可変フィルタを 含む精末項2叉は3配載の光伝送システム。

前記特性調節手段は、核光伝送路に穀けられ前配光伝送 前債器を含む請求項 1~4のいずれか 1 項配載の光伝送 路の特性値としてその波長分散特性値を調節することに よって該光ファイバの波長分散特性を補償する分散可変 [耐水項5] 前記光伝送路は光ファイバを含み、 システム。

「静水項6】 前配光伝送路は前配光ファイバの間に設 けられ光ファイバ中を伝送される光信号を増備する光増 幅器を含み

前記光倩号の波長は、鮫光崎幅器が発生する自然放出光 ファイバの写分散皮長から離れた値である耕求項5配載 と該光信号との間の四光波混合を抑制できる程度に該光 の光伝送システム。

「静水項7] 前記特性調節手段は、前記光信号の特性 **トービング最を期節する可変チャービング手段を含む**動 値として前配光送信部が生成する光偏号に与えるプリチ 収項1~5のいずわか1項記載の光伝送システム。

イバへ入射する光信号のパワーを調節する手段を含む 前配特性調節手段は、前配光倩号の特性値として較光フ **请求項1,2,3,4,5又は7記載の光伝送システ** 【静求項8】 前記光伝送路は光ファイバを含み、

【前求項9】 前記光受債部において認識される光價号 の品質を評価することによって伝送特性を測定する伝送 存性避済手段をさらに合み、

特開平8-321805

3

する伝送特性が最良になるように前記光信号の特性値及 び前配光伝送路の特性値の少なくともいずれか一方が関 節される開水項1~8のいずれか1項配載の光伝送シス

することによって最良の特性値を自動的に思い出すこと を可能にする特性値掃引手段をさらに具備する間求項9 【請求項10】 前記光信号の特性値及び前配光伝送路 の特性質の少なくともいずれか一方を所定の範囲で描引 配載の光伝送システム。

(請求項11] 前配伝送特性測定手段は、光信号にお ける待号照り来を評価することにより品質を評価する情 東項目配載の光伝送システム。 2

パターンの関きを評価することによって品質を評価する 【酢水項12】 前配伝送特性剤定手段は光併号のアイ 請求項9 配載の光伝送システム。

(群末項13) 前配伝送特性制定手段は、光偶号の0 値を測定することにより品質を評価する請求項9配載の 光伝送システム。

【静水項14】 前配缶送特性剤定手段は、光信号中の パリティビットをチェックすることにより品質を評価す る請求項9記載の光伝送システム。 2

(請求項15) 複数の光信号を光多取化して前配光伝 送路へ供給する光多所化部と、

赦光伝送路を伝送された多型化光信号を光分散する光分 牧邸とをさらに具備する間求項1~14のいずれか1項 記載の光伝送システム。

(静水項16) 前配光伝送路は現用回線及び予備回線 を語み、

前記特性値掃引手段は、敗予備回線について特性値の掃 引を行なう請求項10~15のいずれか1項配載の光伝

(静水項17) 光伝送路の湿度変化に応じて前記特性 関節手段に前記光保身の特性値及び前配光伝送路の特性 送路の温度を評価する温度評価手段をさらに具備する詩 値の少なくともいずれか一方を関節せしめるために光伝 東項1配載の光伝送システム。 送システム。

[請求項18] 前配温度評価手段は前配光伝送路の複 数点において福度を評価する請求項17記載の光伝送シ

(請求項19) 前記温度評価手段は、前記光伝送路の 温度を直接測定する温度センサを含む酵水項17叉は1 8 記載の光伝送システム。 \$

(請求項20) 前記温度評価手段は、前記光伝送路の 付近の閻度を測定することにより散光伝送路の閻度を即 価する削求項17又は18配載の光伝送システム。

おいて温度を測定することにより前配光伝送路の温度を 【請求項21】 前記過度評価手段は偏周又は中樵周に 評価する糖水項17又は18配載の光伝送システム。

| 請求項221 | 前配特性調節手段は、前配光屑号の特 性値として光弧の波長を関節することによって歯配光信

8

前記特性調節手段において、数伝送特性測定手段が測定

号の液長を期節する液長可変光源を含む静水項17~2

前記特性調節手段は、腹光伝送路に散けられ前配光伝送 将の特性値としてその液長分散特性値を観節することに よって販光ファイバの改長分散特性を補償する分散可変 #價器を含む翻水項17~22のいずれか1項配載の光 【静東項23】 前配光伝送路は光ファイバを含み、 |のいずれか||項配載の光伝送システム。

#値として前紀光送信部が生成する光信号に与えるブリ **ト+ービング皿を調節する可変チャービング手段を含む** 【間求項24】 前記特性調節手段は、前記光熕号の特 ||東項||7~23のいずれか||項配載の光伝送システ

イバへ入射する光信号のパワーを関節する手段を含む 前記特性調節手段は、前配光屑号の特性値として酸光フ 作水項17~24のいずれか1項配載の光伝送システ 【酢水項25】 前配光伝送路は光ファイバを含み、

どの評価値に扱いて前記特性調節手段を自動的に調節す **各自動料節手段をさらに具備する請求項17~25のい** 【静求項26】 前配器度評価手段による光伝送路の福 「れか」項配載の光伝送システム。

後光伝送路により伝送された光信号を認識する光受角部 **変光送信和が生成した光信号を伝送する光伝送路と、** (耐水瓜27) 光雨号を生成する光送信部と、

数光伝送路内を伝送される光角号の強度の変化を滑らか

[翻求項28] 前記非線形効果低減手段は、非線形効 にすることによって非線形効果を低減する手段とを具備 いる光伝送システム。

2

果を低減するに充分な被長分散を前配光信号に付与する 救波長分散付与手段により生じた海長分散を補償する手 して非線形効果を低減するに充分な波長分散を付与し得 |静水項29|| 前配液長分散付与手段は、光倩号に対 段をさちに具備する糖求項27配載の光伝送システム。

前配被長分散補償手段は分散補償器を含む請求項28記 我の光伝送システム。

る程に信号光波長から離れた奪分散波長を有する光ファ

おいて自の分散値を呈する静水項29記載の光伝送シス 【構水項31】 前記光ファイバは前記光信号の波長に

【柳求項32】 前記波長分散付与手段は、光倩号に対 して非線形効果を低減するに充分な液長分散を付与する おいて正の分散値を呈する静求項29配載の光伝送シス

散を補償する分散菌を有する光ファイバを含む崩求項2 8 記載の光伝送システム。 【開求項33】 前配液長分散付与手段は、光盾号に対 して非線形効果を低減するに充分な波長分散を付与する 第1の分散制債器を含み、

前記波長分散補償手段は該第1の分散補償器が有する分 数値の符号と逆の符号の分散値を有する類2の分散補償 器を含む請求項28記載の光伝送システム。

(請求項34) 前配第1の分散補償器は光信号に対し て正の分散値を有する精束項33粒載の光伝送システ (制水項35) 前記第1の分散補債器は光信号に対し て負の分散値を有する精束項33記載の光伝送システ 【静水項36】 前記光信号の特性値を調節することに 最適にする光信号特性調節手段をさらに具備する韻状項 よって前肌光要信制において認識される光信号の品質を 2.8 記載の光伝送システム。

号の特性値として光顔の液長を調節することによって前 【翻求項37】 前記光價号特性調節手段は、前記光價 記光倩母の液長を調節する液長可変光源を含む請求項3

るプリチャーピング肌を調節する可変チャーピング手段 【翻來項38】 前配光倩号特性調節手段は,前配光倩 **身の特性値として前配光送信部が生成する光信号に与え** を含む酢水項36配載の光伝送システム。 6 記載の光伝送システム。

核光ファイバへ入射する光倩号のパワーを調節する手段 前記光信号特性網節手段は、前記光信号の特性値として 【静求項39】 前配光伝送路は光ファイバを含み、 を含む請求項36記載の光伝送システム。

号の品数を評価することによって(広送特性を測定する伝 【請求項40】 前配光受信部において認識される光信 送特性測定手段をさらに含み、

前配光信号特性調節手段において、敷伝送特性測定手段 が測定する伝送特性が最良になるように前記光信号の特 性値が期節される静来項36~39のいずれか1項記載 の光伝送システム。

【請求項41】 前記光信号の特性値を所定の範囲で掲 引することによって最良の特性値を自動的に見い出すこ とを可能にする特性値掃引手段をさらに具備する静泉項 40記載の光伝送システム。

ş

ける符号觀り率を評価することにより品質を評価する静 【群求項42】 前配伝送特性測定手段は、光信号にお **東項40記載の光伝送システム。**

バターンの開きを評価することによって品質を評価する 【翻水項43】 前配伝送特性測定手段は光價号のア 請求項40配載の光伝送システム。

値を測定することにより品質を評価する請求項40記載 【請求項44】 前配伝送特性測定手段は、光信号の0 の光伝送システム。

S

前記液長分散補償手段は散分散補償器が付与する液長分

【請求項45】 前記伝送特性測定手段は、光信号中の パリティビットをチェックすることにより品質を評価す 【請求項46】 前記光伝送路は現用回線及び予備回線 る静水項40記載の光伝送システム。

前記特性値掃引手段は、敗予備回線について特性値の掃

引を行なう静水項40~45のいずれか1項記載の光伝

核光伝送路により伝送された光信号を認識する光受信部 数光送信部が生成した光信号を伝送する光伝送路と、 【静水項47】 光信号を生成する光送信部と、

赦光伝送路の途中に設けられ散光伝送路で伝送される光 該光増幅中継器で光増幅される光屑号の波長を変換する 信号を光増幅する光増幅中椎器と、

【請求項48】 前記光送信部は光顔の波長を朝節する ことによって前記光信号の彼長を調節する彼長可変光源 波長変換器とを具備する光伝送システム。

【群求項49】 前記光要信部において認識される光信 を含む請求項47記載の光伝送システム。

号の品質を評価することによって伝送特性を測定する伝

段が制定する伝送特性が最良になるように出力光の波畏 被長変換器及び被長可変光源において該伝送特性測定手 が調節される請求項48記載の光伝送システム。 送特性測定手段をさらに含み、

出力光の液長を所定の範囲で掃引することによって最良 の液長を自動的に見い出すことを可能にする波長掃引手 段をさらに具備する静水項49記載の光伝送システム。

ける符号觀り率を評価することにより品質を評価する請

[請求項52] 前配伝送特性測定手段は光倩号のアイ パターンの関きを評価することによって品質を評価する 請求項49記載の光伝送システム。 求項49配載の光伝送システム。

[柳末項53] 前配伝送特性測定手段は、光信号のQ 値を測定することにより品質を評価する請求項49配載 の光伝送システム。

【韓末項54】 前配伝送特性測定手段は、光信号中の バリティビットをチェックすることにより品質を評価す 「静水項55】 前配光伝送路は現用回線及び予備回線 る請求項49記載の光伝送システム。

前記波長掃引手段は、較予備回線について波長の掃引を ||なう静求項50~55のいずれか1項記載の光伝送シ [請求項56] 複数の光変調器においてペースパンド 信号によりそれぞれ変調された複数の光信号を多重化す る光多重化システムの光変調器のためのドリフト補償回

. 特開平8-321805

€

核複数の光変調器へ供給されるベースパント信号を低圏 核複数の光信号を多重化した光多重化信号の一部を分岐 故信号でそれぞれ振幅変調する複数の駆動回路と

放光分岐器により分岐された光多順化信号の一部を電気 **国号に変換する光検川器と、**

放光検用器の出力に含まれる低周液像号成分を該複数の 駆動回路のそれぞれにおいて使用された低周波信号で位 **桁検液することによって、それぞれの光変調器のドリフ** ト補償のためのパイアス信号を生成する制御手段とを具 備するドリフト補償回路。

[請求項58] 前記複数の駆動回路において使用され て時分割多重される静求項56配載のドリフト補償回

「請求項57] 前記複数の光信号は同一の成長におい

5.低周波信号は相異なる周波数を有し、

れた低周波信号で位相検波することによってそれぞれの 光変調器のためのバイアス信号を生成する複数の位相検 出・パイプス供給回路とを含む請求項57配載のドリフ 前記光検怙器の出力を整複数の駆動回路において使用さ 20

【翻水項59】 前配制御手段は、

低周液信号を前記複数の駆動回路へ時分割で与えるため の第1の切替スイッチと、

前記光検旧器の出力を該低周波信号で位相検波すること によって光変觀器のドリフト補償のためのバイアス信号 を生成する位相検用・バイアス供給回路と

て、該位相娩出・バイアス供給回路が生成するバイアス **肩号をそれぞれの光変調器へ分配する第2の切替スイッ 該第1の切替スイッチと連動して動作することによっ** チとを含む糖求項57記載のドリフト補償回路。 [請求項80] 前記複数の光変調器は排列に接続され

【請求項81】 前配複数の光窓調器は直列に接続され [静求項62] 前記復数の光信号は異なる波長におい る請求項58又は59記載のドリフト補償回路。 る静水項58又は59記載のドリフト補償回路

[請求項63] 前記複数の駆動回路において使用され て波長多重される請求項56記載のドリフト補償回路。 る低周波信号は相異なる周波数を有し、 49

れぞれの光変調器のためのバイアス信号を生成する複数 の位相検性・パイアス供給回路とを含む槽水項62配載 前記光検出器の出力を該複数の駆動回路において使用さ **hた低周波信号でそれぞれ位相検波することによってそ** 前記制御手段は、

低周波信号を前記複数の駆動回路へ時分割で与えるため (開來項64) 前配制御手段は、 の第1の切替スイッチと、

前記光検出器の出力を軟低周波信号で位相検波すること

22

によって光変調器のドリフト加慎のためのバイアス信号

有配位的手段は

前配光分岐器が分岐した光多単化信号の一部を各波長毎 に分散して核複数の光地旧器のそれぞれ供給する液長分

10

号を生成する複数の位相検用・パイアス供給回路とを含 **後光検用器のそれぞれから出力される低層波成分を前配** 駆動回路において使用された低周液菌号で位相検液する ことによって、それぞれの光変四器のためのパイアス信 **と静坎項62記載のドリフト加慎回路。**

,翻求項 6 6 J 前配制御手段は、

原動回路において使用された低周波信号で位相検波する それぞれの光変調器の出力に含まれる低周波成分を前記 ことによってそれぞれの光変即器のためのパイアス光信 前配光分岐器と前起光検旧器の間に設けられ、通過液長 **号を生成する複数の位相検出・パイアス供給回路と、** が時分割で切り換えられる光波長可変フィルタと、

めして動作することによって前配光検出際の出力をそれ 目検川・バイアス供給回路のそれぞれに分配する切替ス 放光液長可変フィルタにおける通過液長の切り換えと連 それの光変問語の出力に含まれる低周液成分として酸位 イッチとを含む請求項62記載のドリフト補償回路。

【翻求項67】 前記光変調回路の動作点を切り替える とめの符号反転回路をさらに具備する開水項56~66 (翻求項68) 複数の光信号を時分割多皿する光時分 のいずれか!項配載のドリフト補償回路。

放光時分割多重手段によって生成された光多重化信号を 98年年段と

核光伝送路によって伝送された光多風化信号から前記多 **氧化前の光信号のクロックを直接抽出するクロック抽出** 元送する光伝送階と

敗クロック抽出手段へ供給される光多風化光信号におけ **ク抽出手段によるクロックの抽出を可能にする版幅差付** 【請求項69】 前記[編集付与手段は、前記復数の光 育号のそれぞれのための光波であって光出力パワーが異 5名光団母の原帽に焼を付与することによって酸クロッ なる複数の光顔を含む粉末項68配数の光伝送システ 与手段とを具備する光伝送システム。

つを減費させる光減衰弱を含む請求項6 8 記載の光伝 【請求項70】 前記版個整付与手段は、前記光時分割 多類手段によって多類化される前の光値号の少なくとも

|請求項71] | 前記振幅整件与手段は、前配光時分割 多重手段によって多重化される前の光倍号の少なくとも | つを時幅する光増幅器を含む請求項88記載の光伝送 システム。

信号を生成する光変調器であって、駆動信号の原幅に登 [請求項72] 前記協幅幾付与手段は、前記複数の光 が付与された複数の光変調器を含む請求項 B 記載の光 伝送システム。 [輸末項73] 前記版幅登付与手段は、前記複数の光 借号を生成する光変網器であって、駆動信号のパイアス 電圧に差が付与された複数の光変期器を含む翻求項68 記載の光伝送システム。

【群求項74】 前配振幅整件与手段は、光顔からの光 を異なる分岐比で分岐する光スイッチを含む翻求項68

記載の光伝送システム。

(酵水項75) 前配振幅芸付与手段は、前配複数の光 信号を生成する光変調器であって、個液の主軸が異なる 複数の光変調器と、 光多重化信号が通過する偏液依存光学素子とを含む請求 項68記載の光伝送システム。 2

【翻求項7.6】 前配偶液体存光学索子は前配光伝送路 の送信側に殺けられる静水項75 記載の光伝送システ 【翻求項77】 前配偶液依存光学素子は前配光伝送路 の受信側に散けられる請求項75記載の光伝送システ

システム。

(請求項78) 複数の光信号と時分割多重する光時分 割多重手段と、 受信側において光多単化信号から多単化前の光信号のク ロックを直接抽出することを可能にするため、散光多角 化信号における各光信号の振幅に衰と付与する振幅差付 与手段とを具備する光送信機。

【請求項79】 前記振幅整付与手段は、前記複数の光 **宿号のそれぞれのための光顔であって光出力パワーが異** なる複数の光顔を含む間求項78記載の光送信憶。 【翻求項80】 前配版編整付与手段は、前配光時分割 多里手段によって多重化される前の光信号の少なくとも 1つを域寂させる光域寂器を含む静水項78配載の光送

4

【請求項81】 前記振幅美付与手段は、前記光時分割 多典手段によって多重化される前の光信号の少なくとも つを増幅する光増幅器を含む額求項78配銭の光送信

(翻求項82) 前記版編巻付与手段は、前記複数の光 信号を生成する光変調器であって、駅助信号の版幅に登 が付与された複数の光変間器を含む翻求項78記載の光 (請求項83) 前記振幅差付与手段は、前記複数の光 50 信号を生成する光変調器であって、駆動信号のバイアス

電圧に党が付与された複数の光変調器を含む請求項78

【翻求項84】 前配振幅整付与手段は、光微からの光 を異なる分散化で分岐する光スイッチを含む翻求項78 に続の北米回路

(請求項85) 前起振幅整付与手段は、前配複数の光 信号を生成する光変即器であって、保液の主軸が異なる 複数の光変調器と、

光多重化同号が通過する個液体存光学素子とを含む翻求 項78記載の光送信機。 【酢求項86】 複数の光信母チャンネルを時分割多重 **放光時分割多肌手段によって生成される光多瓜化信号に 各光信号チャンネルを観別するための鑑別情報を付与す** する光時分割多距手段と、

該光信号チャンネルに含まれる雄別的報を加出する識別 **南极抽出回路** 2. 該撤別均報抽出回路が抽出した協別的報に従って、各光 信号チャンネルが所定の出力先に出力されるように出力 (請求項87) 前配光多重化信号から各光信号チャン て、放光多頭化信号から各光信号チャンネルを分離する 光スイッチとをさらに具備する静水項86配載の光伝送 放クロック再生回路によって再生されたクロックに従っ 先を変更する制御回路とを具備する光伝送システム。 ネルのクロックを再生するクロック再生回路と、

【翻求項88】 前記識別情報付与手段は、前配光度号 前記識別情報抽出回路は、各光信号チャンネルから再生 されるデータ信号に含まれる職別データを抽出する請求 が伝送するデータ信号に識別データを付加し、 項87配載の光伝送システム。

【韓求項89】 前記制御回路は、各光信号チャンネル の出力と出力先との接続を変更することによって出力先 を変更する精束項88記載の光伝送システム。

【静水項90】 前記制御回路は、前配光スイッチへ供 **恰されるクロックの位相を変更することによって出力先** を変更する請求項88配載の光伝送システム。

力される光多重化併号を遅延又は前進させることによっ (群坎項82) 前記識別情報付与手段は、特定の光價 **母チャンネルのタイムスロットにおいて削配光多重化信** 【群求項91】 前記制御回路は、前記光スイッチへ人 て出力先を変更する静水項88記載の光伝送システム。 号に低周波信号を重置し.

新記職別情報抽出回路は、販光多頭化信号に重節された 瓦周液保号を検出することによって購別情報を抽出する ッチによって分離された光信号チャンネルを電気信号に 変換したものから前記低周波信号を検出する翻求項82 【酢水項93】 前記機別情報抽出回路は、前記光スイ 開水項87記載の光伝送システム。

記載の光伝送システム。

お阿平8-321805

9

ゥチによって分録された光信号チャンネルを電気信号に 【静永頃94】 前記職別特領抽出回路は、 毎記光スイ

【静求項95】 前記光スイッチの出力と出力先との間 **医周波信号を検出する静東項B2配載の光伝送システ**

変換するための光/電気変換素子へ流れる電流から前配

前記制御回路は、敕信号交換回路における光スイッチの 旧力と出力先との接続明係を突更することによって出力 先を変更する静水項82~91のいずれか1項記載の光 に設けられた信号交換回路をさらに具備し、 伝送システム。 【精水項96】 前記域御回路は、前記光スイッチへ供 給されるクロックの位相を変更することによって川力先 を変更する請求項92~94のいずれか!項記載の光伝 送システム. 【群求項97】 前配制御回路は、前配光スイッチへ人 力される光多項化倡号を遅延又は前潰させることによっ て出力先を変更する耐求項92~84のいずれか1項配 似の光伝送システム。、

【請求項98】 光信号チャンネルに含まれる協別的報 を抽出する職別情報抽出回路と、 2

核雄別情報抽用回路が抽出した趣別的報に従って、各光 **信号チャンネルが所定の用力先に出力されるように用力** 【醋求項99】 光多風化信号から各光信号チャンネル 先を変更する抑御回路とを具備する光受信機。

散クロック再生回路によって再生されたクロックに従っ て、戦光多重化信号から各光信号チャンネルを分譲する 光スイッチと、をさらに具備する開水項88配載の光受 のクロックを用生するクロック再生回路と、

【翻求項100】 前記聞別格報付与は前配光偕号が伝 送するデータ信号に撤別データとして付加されたもので

前記藝別情報抽出回路は、各光信号チャンネルから再生 されるデータ信号に含まれる説別データを抽出する耐水 項99記載の光受信機。 69).

【醋水項101】 前配光スイッチの出力と出力先との 前記制御回路は、岐佾号交換回路における光スイッチの 間に設けられた信号交換回路をさらに具備し、

出力と出力先との接続関係を変更することによって出力

供給されるクロックの位相を変更することによって出力 【静水項102】 前記制御回路は、前配光スイッチへ 先を変更する静水項100配観の光受信機。 先を変更する精束項100配裁の光受信機。

(間水項103) 前記制御回路は、前記光スイッチへ 入力される光多取化信号を選延又は前過させることによ (間水項104) 前記説別情報は、特定の光信号チャ って出力先を変更する請求項100記載の光受價機。

ンネルのタイムスロットにおいて前記光多質化信号に低 **周波信号を虹景したものであり、**

3

前記機別権報抽用回路は、酸光多質化價等に質量された **返周波信号を検扣することによって撤別権報を抽出する** イッチによって分離された光信号チャンネルを電気信号

【開來項105】 前記識別情報補出回路は、前記光ス に変換したものから前配低周波信号を検出する間求項!

情求項8 9 記載の光受信機

入力される光多重化信号を選延又は前進させることによ ノネルのタイムスロットにおいて前記光多重化信号に低 【請求項115】 前記職別幣報は、特定の光信号チャ って旧力先を変更する幕末項111記載の光分離器。 **用液信号を取職したものであり、**

前記職別情報抽出回路は、敕光多重化價号に重量された **医周波信号を検出することによって難別情報を抽出する**

イッチによって分離された光信号チャンネルを電気信号 (請求項116) 前記機別會報仲出回路は、前記光ス に変換したものから前配低周波信号を検出する請求項 前求項110配載の光分離器。 | 5 記載の光分解器。 9

に変換するための光/電気変換素子へ流れる配流から前

記低周波信号を検出する請求項104記載の光受信機。

前配制御回路は、該信号交換回路における光スイッチの 旧力と出力先との接続関係を変更することによって出力 先を変異する糖水項104~106のいずれか1項配載

間に設けられた信号交換回路をさらに具備し、

(ッチによって分離された光何号チャンネルを電気信号

精球項106] 前記職別情報抽出回路は、前配光ス

0.4 記載の光受信機。

イッチによって分離された光信号チャンネルを電気信号 に変換するための光/電気変換素子へ流れる電流から前 (請求項118) 前配光スイッチの出力と出力先との (請求項117] 前記識別替報抽用回路は、前記光ス 記低周波信号を検出する請求項115記載の光分離器。 事に散けられた信号交換回路をさらに具備し、

前記制御回路は、該角号交換回路における光スイッチの 山力と出力先との接続関係を変更することによって出力 先を変更する請求項115~117のいずれか1項記載

20

先を変更する精束項104~106のいずれか!項配載 【静求項109】 前記制御回路は、前記光スイッチへ 入力される光多重化信号を遠延又は前進させることによ って出力先を変更する請求項104~106のいずれか 「糖水項110] 光多重化偶号から各光信号チャンネ **敷クロック再生回路によって再生されたクロックに従っ** て、散光多重化併号から各光揖号チャンネルを分離する 核光スイッチによって分離された光信号チャンネルに含

開水頂108] 前記制御回路は、前配光スイッチへ 供給されるクロックの位相を変更することによって出力 【請求項119】 前記制御回路は、前配光スイッチへ 供給されるクロックの位相を変更することによって出力 先を変更する請求項115~117のいずれか1項記載

(請求項120) 前記制御回路は、前記光スイッチへ 入力される光多重化信号を遅延又は前進させることによ

ルのクロックを再生するクロック再生回路と、

項配載の光受信機

って出力先を変更する請求項115~117のいずれか 【翻求項121】 複数の光信号チャンネルを時分割多 1 項記載の光分離器。 ಜ

数光時分割多重手段によって生成される光多重化光盾号 に各光信号チャンネルを識別するための識別情報を付与 する手段とを具備する光送信機 重する光時分割多重手段と、

[翻求項122] 前記勘別情報付与手段は、特定の光 **| 胃号チャンネルのタイムスロットにおいて前配光多重化** 胃号に低周液信号を重量する請求項121記載の光送信

されるデータ信号に含まれる機別データを抽出する群求

前配識別的報抽用回路は、各光信号チャンネルから再生

「柳永頂112] 前配光スイッチの川力と出力先との 前配制御回路は、骸件号交換回路における光スイッチの 出力と出力先との接続関係を変更することによって出力

項110記載の光分離器。

間に殺けられた信号交換回路をさらに具備し、

【請求項】11】 前記識別替報付与は前配光信号が表 現するデータ併号に撤別データとして付加されたもので

先を変更する制御回路とを具備する光分離器。

核糖別情報抽出回路が抽出した離別情報に従って、各光 **国母チャンネルが所定の出力先に出力されるように出力**

まれる機別情報を抽出する機別情報抽用回路と、

光スイッチと、

(韓求項123) 前記識別情報付与手段は、前記特定 表続され変制信号として前配低周波信号が供給される第 の光信号チャンネルのための変調信号に前記低周波信号 を重量して該光信号チャンネルを生成するための光変調 の光信号チャンネルを生成するための光変調器に直列に 2の光変調器を含む請求項 | 2.2 記載の光送信機。 ş

【開末項125】 複数の光信号が時分割多重され、か つ、特定の光倩号のタイムスロットにおいて低周波信号 2 記載の光送信機。

2

| 静水項 | 14 | 前記制御回路は、前記光スイッチへ

先を変更する静水項111配載の光分離器。

供給されるクロックの位相を変更することによって出力

【静求項113】 前配制御回路は、前記光スイッチへ

先を変更する静水項111胎親の光分散器。

器へ変調信号として供給する駆動回路を含む静末項|2

が重量された光時分割多重信号を受信するための光受信 核光時分割多重信号を各光信号に分散する光スイッチ 技光スイッチを制御するためのクロックを生成するクロ

抑御手段とを具備する光受信機。

位相制御信号に従って該タイミング再生部が出力するク ロックの位相を変更する位相可変回路と、

単信号に同期するように該位相可変回路を制御する位相 期御信号を生成する位相制御部を含む翻求項 1.2.5 記載 の光安信機。 前配光スイッチで分散された光信号の1つを電気信号に 変換する受光素子と、

教発振器の出力で数要光素子の出力を位相検波する同期 所定の周波数の信号を出力する発振器と、

核同期検液回路の出力を所定の関値と比較する比較器

||制)||商信号として出力する加算器とを含む請求項126 核比較器の比較結果を該発振器の出力に加算して前記位 [静末項128] 前記位相制御制は、前記受光素子と

前記同期検液回路の間に設けられ、前記低周波信号成分 **のみを通過させる帯域通過フィルタをさらに具備する詩 水項127記載の光受信機。**

抽出したクロック成分のレベルを検用するレベル検用器 特果を反転して出力する精求項127記載の光受信機。 【翻求項130】 前記タイミング再生部は、

救レベル検出器の出力を所定の基準値と比較し、基準値 以下であるときアラーム信号を出力する比較器を含む請 [静水項131] 前記クロック生成手段は、制御電圧 に応じた周波数のクロックを生成する電圧制御発振器を 求項128~129のいずれか1項記載の光受信機。

て、散クロックが該光時分割多重信号に同期するように* 前記クロック位相制御手段は、前記低周波信号を利用し

* 該電圧制御発振器を制御する制御電圧を生成する位相制 御部を含む請求項125記載の光受信機。

特開平8-321805

3

前記光スイッチで分離された光信号の1つを電気信号に 【酶求項132】 前記位相制御部は 変換する受光素子と、

放発振器の用力で該受光素子の用力を位相比較する同期 **越間期検液回路の出力を所定の関値と比較する比較器** 所定の周波数の信号を出力する発振器と、 検液回路と、

御電圧として出力する加算器とを含む翻求項131記載 **救比較器の比較結果を敢発振器の出力に加算して前配制** 2

(請求項133) 前記位相制御部は、前記受光素子と 前記同期検液回路の間に設けられ、前記低温液債号成分 のみを通過させる帯域通過フィルタをさらに具備する群 求項132配載の光受信機。

【静永頃134】 前記比較器は制御信号に従って比較 【請求項135】 前記光時分割多重信号に重量された **桔果を反転して出力する耐水項!32記載の光受信機。** 前配低開液成分を検出する低周液債号検出回路と

比較器をさらに具備する請求項131~134のいずれ **軟低周波信号検出回路の検出レベルと所定の基準値とを** 比較し、基準値以下であるときアラーム信号を出力する かし項記載の光受信機。

[000]

の伝送を可能にするための光時分割多重(Optical Time 「発明の属する技術分野」本発明は光伝送システム及び その間連技術、特に、大容量伝送のために伝送条件が最 適化された伝送路を有する光伝送システム、及び大容量 Division Multiplexing: OIDM)等の光多風技術が採用 された光伝送システムとその実現のための間連技術に関 8

[0002]

ŧ

支配的な場合、ほぼ次式のようなスケール削が成立す 彼形劣化がより複雑になる。

B: 伝送速度 (Gb/s) Ê

23

D:分数值 (ps/mm/km)

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.cojp/share/

て敕クロック生成手段が生成するクロックの位相を救光 持分割多重信号に同期するように制御するクロック位相 前配光時分割多重信号に重畳された低周波信号を利用し

【静求項126】 前記クロック生成手段は、受信され た光時分割多重信号からクロック成分を抽出することに よってクロックを生成するタイミング再生部を含み、

前記クロック位相制御手段は、

前記低周波信号を利用して、敕クロックが敢光時分割多

[請求項127] 前記位相制御部は、

【糖求項129】 前記比較器は制御信号に従って比較

DB' P., L' = const.

50

[発明の詳細な説明]

ると、ファイバ非線形効果である自己位相変調(Self-ph の群速度分散 (Group-velocity dispersion : GVD) 亿 [従来の技術] 伝送速度の増加にともない、光ファイバ さらに、伝送速度が増加すると送受レベル差を確保する ために、送信光パワーを増加させる必要がある。そうす ase modulation:SIM)効果の影響が大きくなり、群速 よる波形劣化のために、伝送距離が厳しく制限される。 度分散との相互作用(SPM-GVD効果)のために、 [0003] このS P M - G V D効果による液形劣化が

ව

特闘平8-321805

P..: 伝送路中での平均光パワー (MA)

(三) (是) (四)

・発明が解決しようとする課題】したがって本発明の第 の目的は、大容量伝送を可能にするために伝送条件の 最適化の技術を提供することにある。、本発明の第2の目 別は、大容量伝送を可能にするための光多重化の実用化 のための周辺技術を提供することにある。 [0000] になると、伝送路中での平均光パワート。を4倍にする 例えば、伝送速度Bが10m/sかち10m/s~1倍 **必要がある。したがって、同じ伝送距離しを確保するに** const. : 所要ペナルディにより決定される。

を生成する光送信部と、萩光送信部が生成した光信号を **広送する光伝送路と、核光伝送路により伝送された光信** 号を認識する光受情部と、該光信号の特性値及び較光伝 せるに適した特性調節手段とを具備する光伝送システム [即題を解決するための手段] 本発明によれば、光信号 送路の特性値の少なくともいずれか一方を調節すること が提供される。

くずるため、ファイバの昇分散液長 1。をファイバの伝

【0004】そこで、信号光の分散値をてきるだけ小さ

いればならない。

送損失が最小となるし、55ヵ帯にシフトさせた分散シ フトファイパ (dispersion shifted fiber: ISF)を使 用し、1.55ヵ様で伝送することが現在進められてい

る。なお、祭分散演長入。とは、彼長の微少変化に対す m) が負の値(正常分散)から正の値(異常分散)に転

る伝送遅延時間の変化量である波段分散に(ヒメ/rm/k

は、周号光液長における分散値ひを1/64に散定しな

[0010] 本発明によれば、光信号を生成する光送信 **開部と、 敷光伝送路内を伝送される光信号の強度の変化** を滑らかにすることによって非線形効果を低減する手段 によれば、光信号を生成する光送信部と、較光送信部が り伝送された光信号を認識する光受信部と、軟光伝送路 の途中に設けられ該光伝送路で伝送される光信号を光増 幅する光増幅中推開と、政光増幅中推器で光増幅される 化得号の液長を変換する液長変換器とを具備する光伝送 部と、較光送信部が生成した光信号を伝送する光伝送路 と、敵光伝送路により伝送された光信号を認識する光受 とを具備する光伝送システムもまた提供される。本発明 生成した光信号を伝送する光伝送路と、較光伝送路によ システムもまた提供される。 20

[0005]しかしながら、DSF伝送路の契分散液度

が最小となる。

ずる点の液長であり、この液長入。の近傍において被長 分散の絶対値は最小になるので液長分散による液形液み A。は、規引き工程におけるファイバコア径の衛小変動 により、長さ方向の変動は迫けられない。さらに伝送路 ケーブルは数をのセグメントの多粒ケーブルが繋ぎ合む

号を多単化する光多単化システムの光変調器のためのド リフト補償回路であって、軟複数の光変調器へ供給され 分を較複数の駆動回路のそれぞれにおいて使用された低 周波信号で位相検徴するととによって、それぞれの光変 四器のドリフト相関のためのパイアス信号を生成する制 ペースパンド信号によりそれぞれ変調された複数の光信 るペースパント信号を低周波信号でそれぞれ振幅変調す る複数の駆動回路と、敵複数の光偶号を多重化した光多 光検出器と、較光検旧器の出力に含まれる低周放併导成 [0011] 本発明によれば、複数の光変調器において り分岐された光多頭化信号の一部を電気信号に変換する 単化信号の一部を分岐する光分岐器と、眩光分岐器によ 御手段とを具備するドリフト補償回路もまた提供され Ê

与レベルかの落選化が奪しいてとが問題となってきてい

5. Si. GAAS, HBT, HEMT等を用いた、1 0~4.0 Gb/s ての光通信用デバイスの研究開発が行わ

た。しかし最近においては、電子デバイスによる電気信

って、光伝送システムの高速化を図ることが主流であっ

同号の変調を行うための塩気信号を高速化することによ

hているが、現状で実用レベルにあるのは、10~20

電子デバイスの動作速度以上に高速化するには、光頻域 での多典技術が有効である。一つには波段軸での多典に

[0007] このため、光伝送システムの伝送速度を、

の人ろまでと言われている。

型数料が採用されていた。このため伝送路のコストの上

肝は迅けられず、これが大容量化の障害となっていた。 一方、光信号の変調及び復調等の信号処理にあっては、 面常これらの個号処理は電気個号の段階で裏袖され、光

[0006]したがって従来では、、入。の分布及び経時

る程時変化によってもん。は変化する。

ランダムに分布している。また、環境温度等の変化によ

されており、隣接セグメント間のス。は連続性がなく、

変化を考慮して、その最悪節が特点から終点まで続いた

としても所定の伝送品質を指足し得るように設計する最

伝送路によって伝送された光多点化信号から前記多重化 と、酸クロック抽出手段へ供給される光多重化屑号にお ける各光臂号の版幅に差を付与することによって数クロ ック抽出手段によるクロックの抽出を可能にする振幅差 [0012] 本発明によれば、複数の光信号を時分割多 て生成された光多順化信号を伝送する光伝送路と、競光 前の光信号のクロックを直接抽出するクロック抽出手段 重する光時分割多重手段と、該光時分割多重手段によっ 付与手段とを具備する光伝送システムもまた提供され

)、また一つには時間軸での多単による方法(Cotical

よる方法(Wavelength Division Aultiplexing : W.XA Time Division Multiplexing: GIDM) が考えられる

が、いずれの方法においても実用化のためにその周辺技

質の開発が必要である。

(0013) 本発明によれば、複数の光信号を時分割多 を可能にするため、販光多重化信号における各光信号の **原幅に差を付与する版幅差付与手段とを具備する光送信** ンネルを時分割多重する光時分割多重手段と、被光時分 割多瓜手段によって生成される光多瓜化信号に各光信号 と、散光信号チャンネルに含まれる臨別情報を加出する 徴別債報抽出回路と、 敕織別債報抽出回路が抽出した額 重する光時分割多重手段と、受信側において光多重化信 号から多里化前の光信号のクロックを直接抽出すること **機もまた提供される。本発明によれば複数の光信号チャ** 明情報に従って、各光信号チャンネルが所定の出力先に 出力されるように出力先を変更する制御回路とを具備す チャンネルを益別するための識別情報を付与する手段 る光伝送システムもまた提供される。

2 れる機別情報を抽出する機別情報抽出回路と、鼓織別情 のクロックを再生するクロック再生回路と、験クロック と、助光スイッチによって分離された光信母チャンネル に含まれる機別情報を抽出する識別的報曲出回路と、該 【0014】本発明によれば、光信号チャンネルに含ま 報油出回路が抽出した機別情報に従って、各光度号チャ ンネルが所定の出力先に出力されるように出力先を変更 本発明によれば、光多度化信号から各光信号チャンネル **再生回路によって再生されたクロックに従って、 販光多** 単化信号から各光信号チャンネルを分離する光スイッチ **閲別貸報抽出回路が抽出した機別情報に従って、各光母 母チャンネルが所定の出力先に出力されるように出力先** を変更する制御回路とを具備する光分解器もまた提供さ する制御回路とを具備する光受信機もまた提供される。

光信号を出力することができる。

を時分割多重する光時分割多重手段と、散光時分割多重 ッチを制御するためのクロックを生成するクロック生成 [0015] 本発明によれば、複数の光信母チャンネル 手段によって生成される光多風化僭号に各光倡号チャン ネルを識別するための識別情報を付与する手段とを具備 **重信号を受信するための光受信機であって、鼓光時分割** 手段と、前記光時分割多単價号に重要された低周波債号 を利用して酸クロック生成手段が生成するクロックの位 旧を政光時分割多重信号に同期するように制御するクロ する光送信機もまた提供される。本発明によれば、複数 ムスロットにおいて低周液信号が重畳された光時分割多 ック位相制御手段とを具備する光受信機もまた提供され の光信号が時分割多重され、かつ、特定の光信号のタイ 多単盾号を各光盾号に分離する光スイッチと、酸光スイ

は彼長可変光顔、15は彼長可変フィルタ、16,17 [発明の実施の形態] 図1は本発明に係る光保号伝送シ ステムの一例のブロック図である。図1において、11 は光送頃即、12は光受በ部、13は光ファイバ、14

9

存属平8-321805

は光増幅器又は光増幅器を有する光中推器、18は受光 部、19は駅動回路である。

ザ等の各種構成の徴長可変半導体レーザを用いることが レーザ構成を有している。共通電腦21と電腦22との して発光液長を変化させ、電桶22に加える電流18に よって光出力を制御することができる。従って、駆動回 は、例えば、既に提案されている3年価型の波長川攻半 導体レーザや外側回折格子制御型の液馬回変半導体レー 3電衝型の液長可変半導体レーザの観要を示す。図2に 示した彼良可変半導体レーザは1mG8ASP/1nP 共通電極21と電衝23との間に彼長微調領域28が形 成され、共通電幅21と電幅24との間に回折格子26 を含む波長相間傾成29が形成されている。電価23に 加える電流1pと、電衝24に加える電流1dとを調整 り、発光液長を制御し、且つ伝送情報に従って変闘した 間に活性層25を含むレーザ発展類域21が形成され、 できる。図2は液長可変半導体レーザの説明図であり、 路19から電流18,1p.1dを制御することによ [0017]光法信節11の液長可変光度14として 2

も可能である。光増幅器18,17は、例えば、EFや [0018]彼長可変光砌14としては、上述のような 光顔を直接駆動する直接変調型のみでなく、光波からの 光を外部究間翳で変調する外部変調型とすることが可能 である。又彼長司変光順14からの光僧号を光情幅限に より情報して光ファイバー3に送出する権成とすること Nd等をドープした奇土類ドーブ光ファイバ増幅器を用 いることができ、例えば、EFFーブ光ファイバ斡旋器 は、1.5 μm帯の光信号を、1.48 μm又は0.9 8 μ mの励起光によって直接障帽することができる。

被長可変フィルタ15と荧光郎18とを備えている。光 |情報報||7及び彼長可究フィルク||5を省略することも り構成することができる。なお、受光即18により電気 **信号に変換し、毎化処理を行ったフベル証別し、伝送権** 報を再生して受信処理する情報処理部については、既に 知られた各種の構成が採用可能であり、図示を省略して [0019]光受目部12は、例えば、光増幅器]7と 可能である。 荧光部18は、光信号を電気信号に変換す る各種のフォトダイオードやフォトトランジスタ等によ

(0020) 又被長可繁フィルタ15としては、既に知 は、1994年電子情報通信学会春季大会の予偶集、B -1055「Siを用いたファブリ・ペロー型彼長遺択 な温度制御による波長可変フィルタを用いることも可能 である。又彼長可変光磁14の彼長可変範囲全体をカバ 一しつる通過波長特性を有する固定液長特性のフィルタ られた各種構成のフィルタを使用することができ、例え **光フィルタの検討」の表配によって説明されているよう** 6

【0021】光送信部11と光受信部12との間の距離 を使用することも可能である。

2

の平均値を求め、それを発光液長とするように靱覧され なお、後述するように、伝送特性を最良にする信号 の間は光ファイバ13のみによって接続される。液長可 変光説 | 4は、光ファイバ | 3の長さ方向に沿った署分 放液長の揺らぎが存在する場合、又は製造単位の長さの 在する場合、例えば、光送信部!1と光受信部12との が長距離でない場合は、光増幅器18を省略することも 前舶であり、その場合は光送信部!| と光受信部| 2 と 光ファイバを接続した時のスプライス区間(セグメント 区間)年の光ファイバ13の勢分散改長のばらつきが存 間の全長にわたって、零分散液長の揺らぎ又はばらつき 光液長が必ずしも零分散波長であるとは限らない。

光波張合(four-wave mixing: IWM)が生じ、変調不安 [0022] 希土類ドーブ光ファイバ時幅器により光信 **号を増幅して光ファイバに入力し、長距頼伝送を行う場** 合に、同号光の液長が光ファイバの零分散液長の近傍で 鸦常分散領域であると、信号光と自然放出光との間で四 る。これを防止する為には、光ファイバ13の羇分散波 長の近傍を避け、 且つ正常分散傾域に発光波長を調整す 定性により、自然放出光が増幅され、S/Nが劣化す

は、光送信部11の液長可変光源14の発光液長を前述 のように調整するとき、その発光液長に合わせて液長可 るため、曼光部18の前段にフィルタを散けることが望 ましく、それが通過液程特性の調整が可能な波長可変フ 6.17は光信号を悄幅すると共に自然放出光が発生す 6. 17を設ける場合が一般的である。この光増幅器1 **究フィルタ15の通過液長特性を顕整することにより、** [0023] 長距離伝送システムの場合、光増幅器1 1ルタ15であることがさらに望ましい。その場合に 伝送特性を更に改善することができる。

【0024】図3は本発明に係る光情号伝送システムの 器、31は光送信都、32は光受信部、33は光ファイ パ、31は液長可変光源、35は液長可変フィルタ、3 6,37は光直接増幅器、38は受光期、39は駅動回 路,40は被長可変フィルタであり、図1亿示す実糖例 他の例のブロック図である。図3において、30は中株 と同一名称の部分は、同一の機能を備えている。

器のような光増幅器36と、液長可変フィルタ40とに 10025] この例では、希上類ドーブ光ファイバ時隔 より中継器30が構成される。波長可変フィルタイのは 光受信部32の彼艮可変フィルタ35と共に、彼長通過 特性を調整することにより、光増幅器3日から発生する 自然放出光等の光信号以外の光成分を中継器30年に除 去し、伝送特性を改善することができる。従って、更に 民距離伝送が容易となる。なお、この彼長可変フィルタ 40としては、彼長可変光微34の発光波長の可変範囲 全体をカバーする通過液長特性を有する波長固定フィル タを使用することも可能である。又光増幅器35の後段 C液長可変フィルタ40を設けた場合を図示している

が、本発明はこのような構成に限定されるものではな

長司変フィルタ、51は中椎器、52は掃引刺御部、5 [0026] 図4は本発明に係る光信号伝送システムの は光増幅器,48は受光部、49は駆動回路、50は夜 1被長可変光欄、45は被長可変フィルタ、46,47 さらに他の例のブロック図である。図4において、4! は光送信部、42は光受信部、43は光ファイバ、44 3 は伝送特性測定部である。

[0027] この例は、図3化示す実施例に対して、伝 送特性測定部53と掃引制御部52とを付加した場合に 数長司変光視44が図2に示す被長可変半導体レーザの 場合は、電流1p, ldを変化させることになり、又他 の構成の半導体レーザの場合に福度を順次変化させるこ この発光波長が掃引された光信号は、光ファイバ43と 中群器51とを介して伝送され、光受信部42の受光部 48により要光された結果を、伝送特性測定部53に加 えて、光送倩部11と光受倩郎12との間の伝送特性を 測定する。その伝送特性の測定結果を基に、伝送特性が 費良となるように、被長可変光源44の発光波長及び被 し、液長可変光源44の発光液長を掃引する。例えば、 とにより、発光液畏を掃引することができる。そして、 展可変フィルタ45, 50の液長通過特性が設定され **用当し、掃引制御部52亿よって駆動回路49を制御** 2 2

する構成とした場合、掃引制御部52から駆動回路49 て、点標で示すように液長可変フィルタ45,50の酒 なる発光液長を決定し、その値になるように、駆動回路 49に制御情報を伝送すると共に、その発光波長に対応 [0028] この液長可変光源44及び液長可変フィル タ45,50を伝送特性測定部53側から自動的化調整 を介して被長可変光顔44の発光液長を掃引する掃引制 御情報を点線で示すように伝送特性測定部53に伝送す 過波長特性を制御する。 伝送特性測定部53は掃引制御 中の要光部48 における伝送特性から伝送特性が最良と 伝送特性測定部53は、その掃引制御情報に従っ した通過被長替性となるように、液長可変フィルタイ 5. 50に制御情報を加える。

御部52を起動することによって、自動的に液長可変光 頒44の発光波長を、伝送特性が最良となるように設定 することができる。又システム運用中に於いては、掃引 特性測定部53により伝送特性を測定し、伝送特性が最 し、且つ波艮可変フィルタ45,50の波長通過特性を 【0029】従って、システム立上時に於いて、補引制 制御部52が停止されるが、定期的或いは連続的に伝送 良となるように、波長可変光顔11の発光波長を調整

【0030】伝送特性制御都53から各中株器51への 放長通過特性を調整する制御情報及び駆動回路49に加 える伝送特性の最良点の制御情報等の伝送或いは掃引制

20

部部52から伝送特性制御部53への掃引制御情報の伝 と光受信部12との間に敷設した制御信号線等によって 伝送することも可能であり、又双方向に光信号を伝送す **るシステムの場合は、光信号に副信号として重畳して伝 巻は、比較的低速の情報伝送で済むから、光送信部11** 送することも可能である。

[0031] 伝送特性制御部53に於いて符号顧り事を り事を測定した結果が、例えば、図5に示す場合、酢容 なる液長範囲のほぼ中心に彼長可変光源44の発光液長 49を介して液長可変光順44の発光液長を設定し、且 る。それによって、温度変化や経年変化等による光ファ イバ43の特性変動等があっても、符号誤り塞を許容値 **削定することによって伝送特性を測定する場合、被長可** 変光顔14の発光液長を掃引して各液長における符号語 與り事を10-** とすると、例えば、その祚容麒り事と を散定する。即ち、伝送特性の最良点として、駆動回路 つ液長可変フィルタ45,50の液長通過特性を設定す 以下に維持することができる。

庇部である。

テムに於ける誤り零測定の手段を適用できる。光信号の [0032] この符号誤り事の測定は、通常の伝送シス 伝送速度が例えば10G/s以上の高速であれば、軒容 誤り率が10・11 より小さい値についても、短時間で各 被長における誤り率を測定することができる。 又バリテ **ィチェックピットを付加して伝送し、そのパリティチェ** ックビットを用いて誤り串を測定することも可能であ

[0034] 符号誤り率の代わりに、Q値(=電気SN イマスクバターンを閾値とすると、この太線のアイマス るように、液長可変光源44の発光液長を調整する。又 クパターンの外側に受信信号のアイパターンが形成され 5、このアイバターンの開きが最大となるように、被長 て手動制御によるか、或いはコンピュータ処理等による [0033] 伝送特性測定部53 に於いてアイバターン を用いて伝送特性を測定することもできる。例えば、図 るように、即ち、アイバターンが予め定めた岡値を超え 又との場合の調整手段としては、アイバターンを観測し 6 はアイマスクバターンの説明図であり、太線で示すア 可変光源44の発光液長を調整するようにしても良い。 伝送特性が良好であるとアイバターンが大きく開くか 自動制御による手段を採用することができる。

R)を測定する方法もある。Q値の定義を図7及び以下。 に示す。すなわち、

 $Q=201081.0 ((\mu_1 - \mu_0) / (\sigma_1 + \sigma_0))$ **但し、4, : "発光" 時の平均レベル**

"非発光"時のレベルの標準偏差 : "発光" 時のレベルの標準偏差 u。: "非発光" 時の平均レベル

印を用いてQ値を表現する。雑音の分布としてガウス分 である。分子には発光と非発光の信号レベル差(= 信号 振幅)、分母には発光および非発光の雑音の標準偏差の

布を仮定すると、上式で定義されたの値が与える符号標 り字は、実測する符号誤り字の最小値と一致する。Q値

特開平8-321805

(32)

可変光顔、65は光分岐部、66g,68bは外部変調 器、67a,67bは駆動回路、68は光多重化部、6 求めることができる。さらに、伝送彼形を測定し、等符 [0035]図8は本発明に係る光信号伝送システムの 昌部、62は光受信部、63は光ファイバ、64は彼長 9. 70は光増幅器、71は液長可変フィルタ、72は 光分岐部、73a,73bは受光部、74は伝送特性測 削定し、その制定から得られた2本の債線の交点を求め 10の例のブロック図である。図8において、81は光送 謝定系は光要信機とほぼ問じ構成であり、リファレンス 西圧可変機能を有する識別回路を用い、 等化波形の織別 レベルを、最適レベルから上下に変更して符号誤り事を ることにより、符号觀り率の最小点を推定して、Q値を 号標り率曲線の規格を使用する方法等も適用できる。 2

え、2分岐された光を変調し、各変調光信号を光多重化 前68に於いて多重化し、光増幅器69により増幅して 67 bにクロック信号CLKa, CLKb及び図示を省 **かに同期した変調信号を外部変調器66a.66bに加** 光ファイバ63に送出する。外部変調器6,68、666 には、例えば、LiNbO,基板を用いたマッハツェン ダ型光変調器や半導体吸収型光変調器等を用いることが **に、例えば、波長司変半導体レーザによって実現すると** 光を2分歧してそれぞれ外部変調器668,66bに加 えるもので、更に多数に分岐してそれぞれ外部変調器に 略した伝送情報を加え、クロック債号CLKa.CLK とができる。光分岐部65は、液長可変光源840出力 加える構成とすることも可能である。 駆動回路67 a. [0036] 海長司変光顔64は、前述の各層と同様 20

て外部変調器66a、66bに於ける変調タイミングが は、ピット多重、パイト多重、フレーム多重等の各種の 多類化手段を適用でき、このような多類化手段に対応し 群定され、各外部変調器66a.66hの出力変調光信 **時の位相が異なるように制御することによって、光多重** [0037]光多重化部68に於ける光信号の多重化 上部68に於いて光信号の多重化が行われる。

期器とし、この光変調器に被長可変光源64の出力光を a,865に於いて伝送情報によって変調して、光多重 L部68に於いて光多重化すると、20GA/sの伝送選 [0038]又光分岐部65を、例えば、出力ポート側 を分離して2出力ポートを有するマッハツェンダ型光変 人射し、例えば、100/sのクロック信号で変調する と、位相が互いに逆の10㎝/sの光クロック信号が二 **つの出力ポートから出力されて、それぞれ外部変調器 6** 5 a, 66 bに加えられる。そして、外部変調器66 度の多重化光信号が得られる。 \$

[0039]光受信部62に於いては、2系統の伝送情

S

特牌平8-321805

[0040] 伝送特性測定制74は、受光制73g. 7 3 b C と に対応して散りることもできるが、何れか一方 て伝送特性を測定し、伝送特性が最良となるように、波 艮可変光源64の発光被長を敷配し、且つ液長可変フィ ルタフ」の通過液長特性を散定する。それによって、高 進長距離伝送が容易となる。光増個器69や波長可変フ の数光部に対して繋げ、システム立上時や適用中に於い 1.ルタ7.1 等は省略することも可能である。

節、82は光安信節、83は光ファイバ、84は液長可 9は光直接情情器、90は光分検部、91a、91bは 光直接情幅器、92m、92bは液長可変フィルタ、9 においては、光ファイバ83を介して受信した光信号を a. 91トにより増組し、彼長可変フィルタ92a,9 【0041】図9は本発明に係る光伝送システムの他の 器,87a,87bは駅助回路,88は光多項化部,8 1 と同様の構成であり、同様に動作する。光受信部82 2系株の伝送情報はそれぞれの受光部938.93かに [0042]光送信部81は、前述の英格例の送信部6 3 8, 9 3 b は受光郡、9 4 は伝送特性測定部である。 光分岐部90によって分岐し、それぞれ光増幅器91 2 bを介して受光部 8 3 a に加える。従って、 寬光觀、85は光分岐部、86a、86bは外部突闘 例のプロック図である。図9において、81は光送信 より受光処阻される。

同様化、受光部93a、93hの向れか一方の出力信号 a. 92bの被長通過特性を制御する。従って、光信号 を用いて光光偏部81と光受開部82との間の伝送特性 彼長可変光磁84を幅御し、用つ彼長可変フィルタ82 日つ写分散液長のばらつきがあったとしても伝送特性が **取良となる殆光波長に制御することにより、長距離伝送** 【0043】又伝送特性測定部94は、前述の実施例と を時分割多単化することにより高速伝送が可能になり、 を測定し、伝送特性の最良点の発光波長となるように、 が可能になる。

(0044) 本発明は、前述の例にのみ限定されるもの 光を2分岐する場合を示すが、更化多数に分岐して、そ 11それに外部変調器を設けて、多数系統の伝送情報を変 図8及び図9の実施例に於いては、彼長可変光顔の出力 ではなく、様々付加変更することができるものであり、

ことができる。又ピット多項の場合の実施例を示してい 5か、パイト多重やフレーム多重等の多重化手段を採用 ずることも可能である。又図8及び図9に示す実施例に **於いて、光ファイバ83、83の所定距離毎に光増福盤** を接続して、更に長距離の伝送を可能とすることもでき

が、これとは逆に信号光の液長を固定とし、液長分散の [0045] これまでに説明した例では、彼長可変光微 を用い、与えられた伝送路に対して信号光の波長を最適 な値に関節することによって伝送条件を最適にしている **置を調節することが可能な分散可変崩債器を用いて、与** えられた彼長に対して最適な伝送条件を得ることができ る。以下にはそのような光伝送システムの例を説明す

は同じ構成要素を示すものとする。ことで用いる分散可 変補风器101としては、PLC (Planar Lichtwave C [0046]図10,11の例では分散可変補償器を送 胃部に配置し、図12、13の例では受信部に配置して 13は光増幅多中棋システムの場合の構成例を示す。図 中、100は光送信機、101は分散量が可変できる分 0.4は中椎情偏器である。以下の説明で、同じ参照番号 Ircuit) を用いたフッパツェンダ型干渉計型分散補償器 (例えば、1994年電子情報通信学会脊季大会C-3 3.7 「PLC型光分散等化器を用いた分散補償実験」離 口他)、あるいは光共振器型分散開價器(例えば、19 94年電子情報通信学会秋期大会B-935「光共振器 を用いた分散間價方式の検討」深代他)などを用いると いる。図10、図12は無中椎伝送システム、図11、 散可変補償器、102は伝送路、103は光受信機、 とができる。 2

て、中機器内にも分散可変補償器を配置する実施例を示 している。ただし、この図14の例のように全ての中植 器および送受信機内に分散可変補償器を配置する構成に は本発明は限定されず、例えば中棋器だけに分散可変加 **関盟を配置する構成、送信機と中継器に分散可変補償器** を配置する構成、あるいは中棋器と受信機に分散可変補 **頃器を配置する構成なども可能である。また中継器に配** [0047]図14では光増幅多中様システムにおい 置する場合でもその一部のみに配置しても良い。 ę

[0048] これら図10~14で用いる分散補償技術 に関しては、これまでにも既に、陸上システム、海底シ ステム、無中雄システム、多中様システムのいずれの場 合にも、様々な分散補保器やそれらを用いた分数補保法 が提案、実施されているが、本発明のポイントは、分散 **に分散補償量を伝送特性が良好となる値に最適化する点 雨を可変できる分散可変植價器を用いて、中群区間ごと**

[0049] この最適化する手法として、あらかじめ長 さ方向変動も含む伝送路の常分散液長が把握できている 場合には、シミュレーション等から最適分散補償量を決

S

四光信号として時分割多取化し、高速伝送を可能とする

る。図15には他の例が示される。この例は受信側で伝 送待性を測定しながら分散崩潰量を掃引し、伝送特性が では、受信部に分散可変補償器101を配置しているた め、受信機内で分散補保重を掃引しながら伝送特性を劃 割105における伝送特性の測定方法は既に説明した伝 良好となる値に分散可変補償器101を設定する。 ここ 定し、最適分散開價量に設定すればよい。伝送特性測定 定できるので、これを分散可変加償器101に設定す 送特性測定部53.74.94と同じで良い。

る。なお、システム中に複数の分散補償器を配置する機 成では、全てが分散可変陥債器である必要はなく、一部 この例は光伝送システムにおいて、受信側で測定する伝 送特性に基づき、送信機もしくは中枢器に制御信号をフ 4ードバックし、その中に設置した分散可変補債器10 の分散補償量を最適化するものである。図16は送債 部のみに分散可変補償器を配置した構成であり、送信側 で分散補償量を構引しながら、受償側で伝送特性を測定 その情報をフィードバックさせることで、最適分散 開償量に設定することができる。図17は送信部、受信 は固定型の分散補償器を用いてもよい。固定型の分散補 **質器の場合は分散補償ファイバ(DCF) によっても英** [0050]図16, 17にはまた他の例が示される。 部、中柱器全てに分散可変補償器を配置した場合であ 見することができる。

る。これらの処理は手動で行なっても良いがCPUで自 ことにより、光頑し10の波長変動や伝送路の写分散波長 助的に行なっても良い。また、光送信機と光受信機の関 の再生中雄区即毎にCPUを設けて独立に制御する以外 に、複数の再生中椎区間を1つのCPUで相互の関係を も、伝送特性を監視しながち、分散補償量の制御を行う (0051)分散可変植質器による分散植質量の制御 は、システム立上げ時のみでなく、システム運用中に の温度変化もよび経時変化等にも対応することができ 既後しながら集中的な制御しても良い。

この例は、分散可変補償器と波長可変光源108を併用 図19は光増帽多中雄伝送システムの場合の構成例であ る。ただし、本図に示すように、送信側、中群器、受信 [0053]この光伝送システムにおいては、分散可変 伝送特性が良好になる値に設定したり、あるいは、受信 阿で副定する伝送特性に結づき、送信機に制御信号をフ ||| 到全てに分散可変補償器を配置する構成には限られず、 1ードバックし、液長可変光源108の液長を最適値に [0052]図18, 19にはまた他の例が示される。 した場合のものであり、図18は無中棋伝送システム、 図14の場合と同様に積々の組み合わせが可能である。 備價器とともに、送信部に被長可変光源108を用い、 **受信回で伝送特性を測定しながら、送信徴長も紛引し、**

8 比較的高い光パワーレベルでの伝送(無中雄伝送と多中 [0054] 前述したように、特に、光増偏器を用いて

に、立ち下がり部分では短波長間にシフトする。すなわ

(14)

特国平8-321805

椎伝送の両方)を行う場合、俳号光波段が光ファイバ伝 **定すると、信号光と自然放出光(ASE)との間で4光** 彼語合(F WM)により、変調不安定現象(Modulation 刺できる程度の値になるように設定して、同時に、分散 送路の舞分散波長近傍で、かつ写常(近)分散即域に散 Instability) が生じる。これにより、ASEが増幅さ h、個母光のS/Nが劣化する。これを通けるには、個 は中粗器で正の分散補償を行う方法が有効であることが 知られている。すなわち、故長可変光顔の彼畏を、伝送 なるように野定し、同時に、分散制質器の分散面を正値 **に設定することにより分散補償を行う。なね、改長司変** 光辺の波長を、伝送路に対して分散値が正でFWMが抑 **「こってもよい。これちの送信夜長の股尾は自動的に行っ** てもよい。送得彼長の散定をシステム立上げ時に行って もよい。あるいは送信彼長の散定をシステム運用中にも 号光波長は正常(負)分散領域化散定し、受信倒もしく 路に対して分散値が負でFWMがID制できる程度の値に 植食器の分散量を負値に設定することにより分散植像を

のほぼ等しい子伽回線が存在する場合には、まず、予伽 回線において、分散価償車および送借波長の最適化を行 可能である。これにより、サービスダウンさせずに、そ れぞれの最適化が可能となる。伝送路の条件を耐御する 20 【0055】なお、運用回線と分散条件および敷設環境 った後、それらを参照して、運用回線に適用する方法も バラメータとしては、前述の信号光波長(図1,3, 行ってもよい。

9)の他にブリチャーピング舞とファイバへ入力する光 4.8.9.18.19)及び分散信仰は(図10~1 のパワーとを挙げることができる。

る。外部変闘器として、たとえばマッハツェンダ型の光 る方法であり、これまでいろいろな方法が提案されてい スを与えると、図21(2)(8)に示すように印加電 [0056]ブリチャーピング法とは、送信放長の1パ 徴長分散ねよび非線形効果による伝送液形変化を制御す 窓間器を使用する場合、印加電圧と光出力の関係は図2 の近傍を使用して図21(1)(4)のような正のバル 図21(3)(a)に示すように、光バルスの立ち上が り部分では光の液長が平均値よりも短かくなり立ち下が り部分では長くなる。すなわち、1つの光パルスにおい のような負のバルスを与えると、図21(2)(b)に 示すように印加電圧の位相とは逆の位相で正のバルスが 0 に示すように正弦曲線になる。印加電圧としてVb1 に、光バルスの立ち上がり部分では光の放長が長彼時間 ルス内に彼畏(周波数)分布を予め与えることにより、 る。一方、Vb2の近傍を使用して図21(1)(h) 出力される。このとき、図21(3)(b)に示すよう 圧と同じ位相で正の光パルスが出力される。このとき、 て彼長が時間とともに短彼長(背側)から長彼長(赤 原) ヘシフトする。この現象がレッドシフトと呼ばれ 8 6

2 を鋭くする効果をもたらし、液形劣化が改善される。逆 ッハツェンダ型光変調器を使用して位相変調部108の ブルーシフトと呼ばれる。 チャーピン グ置を表わすバラ も光ファイバ中を遠く進むので、予めα>0(レッドシ フト)のブリチャーピングを与えておくとバルスの液形 に、異常分散(D>0)の領域にあるとき短波を見め光の 方が遠いので、予めゅく0 (ブルーシフト) のブリチャ **ーピングを与えておくと波形劣化が改善される。また伝** b 1 を使うか動作点V b 2 を使うかてoの正負を切り換 えることができる。また図22に示すように、蝋度変調 部107と位相変調部108がタンデムに接続されたマ 印加電圧を可変すれば、ブリチャーピング間々を連続的 に可変することができる。 図示した例では強度変調部と (赤厠) から短波長 (専剛) ヘシフトする。この現象が メータをロとすると、レッドシフトのときは>0 セブル ーシフトのときゅく0 である。 信号光の波長が磐分散波 **長よりも短かくて光ファイバの伝送条件が正常分散(D** <の)の飢爛にあるとき、長彼長の光は短彼長の光より フッパツェンダ型光変期器では、前述のように動作点V 位相変調部が一体に集積化されているが、個別のデバイ 送路の条件に合わせてゅの値を調節することによって、 光システム全体の伝送条件を最適化することができる。 ち1つの光バルスにおいて被長が時間とともに長被長 スを接続しても良い。

| 0 0 5 7 | ファイバ人力光のバワーについては、送信 光パワーねよび口機器光出力バラーを変化させること で、伝送路作での自己位用整型効果と密見数の旧互作 而 (S P M - G V D 効果) による被形変化の様子が変わ る。また、WDM伝送の場合は、F WMによるクロスト ーク量(後述)も変化する。なお、これらの光パワー変 はは、送信光額もよび光準幅器(光ポストアンプ、光インスンプ)の光出力バワーの回饋により容易による。 現可能である。

[0058]プリチャーピング風の制御及び/又は光パワーの制御は前述の図1、3、4、8~19の例において、信号光液長の制御及び/又は分散循環点の制御に代えて吹いはこれを指することができる。これまでは親切した何においては、信送解の等分散が送去、これまでは親切した何においては、信送解の等分散が送去、がの様に変化に対応するために、信例的数は連続的に伝達でいる。3、の4年後にの製造のコンに伝送解の通応でいる。3、の4年後での製造のコンに伝送解の通度文化に対けられる。これについては、伝送解の通度文化に対けられる。これについては、伝送解の通度変化が対けられる。これについては、伝送解の通度変化が対けることにより等分散波長のシフト重を推測し、それに基づいて制御パラスとができる。

254年では2000年である。これである。 (1005日) なお、光ファイバの第分散皮長付近の帯境 を利用した光準備多中様W DM 方式においては、伝送特 性の劣化関因として、信号光明の四光液積らによるケロ ストークがある。このクロストークを通けるためには、 一液伝送の場合とは反対に、信号帯域と伝送路の第分散

彼長を練す必要がある。信号光波長の配置例を図23に示す。この場合も、実際の光ファイバ伝送路のA。の長さ方向変動の把握が重要となる。

[0060] 図24亿、7。の温度依存性の測定例を示

ll∯t: N.Cowka et al., "Weasuring the Longitudial D istribution of Four-Nave Mixing Efficiency in Disp ersion-Shifted Fibers",IEE Photonics Technology L etters, Vol.6, No.12, 1994.

CCでは、長さ1、11mのDSFに対し、四光液混合(FWM)の発生効率から3。を求めている。Cれよ

り、福度範囲~20~~460℃はおいて、2、4mの変 化(変化率:0、03m/で)を示している。ここで用 いたりSFの分散スローブは0、07ms/m^{*}/をであ ることから、液長分散筋としては0、168ms/m^{*/} 変化することになる。この変化は、100m/s以上の 透磁度においては、長き方向の変動とともに、システム 観測においては、長き方向の変動とともに、システム 観測において、十分化考慮しなければならない可能性が 【10061】温度の評価は図25亿示すよう化光送階機 100と光受債機103の間化敷設された光ファイバ庁 送路102中の適切な一点110ちしくは図26亿示す よう化複数点110において行なう。複数点において福度を野価すれば、第分散被長のンフト層の有心を知ることができる。光増幅中維伝送システムの場合には図27亿示すように中椎伝送路102の一部又はすべてについて一点もしくは複数点において行なう。

(0062) 温度評価の方法としては、伝送路の光ファイバケーブルの温度を適切な温度とンサを使って直接制定する方法の他に、管路温度、光ファイバケーブが動中に環接されている場合はその地表温度、海中に表現されている場合は不高を測定すること等により先ファイバケーブルの温度を推断することができる。また、端局しては中様房での美風や地表温を過ぎからた、端間の光ファイバを布殺し、OTDR(Optical)で、一部の光ファイバを有殺し、OTDR(Optical)で、サ)往を用いてラマン放乱光を測定すれば、連続的な温度分布を測定することができる。

40 (0063)以上の超度評価値から3。変動量を担据 し、それに合わせて信号光液長等の制御バラメータを修 正する。また、過去の温度評価の結果から、平均的な季 雨変動なよび軽夜変動カレンダーを作成し、それに基づ いて(予めブグラミングしておいても良い)、制御バラ スータを変化させる方式も考えられる。図28及び図2 9は湖度評価値に基いて液長可変光薄106を制御する ことにより、用生中維区間毎に信号光の液長を修形して 最適なに送舎作を得る例を示す。図28は無中様伝送シ ステムの例、図29は光増幅中様伝送システムの場合を 50 示す。図30は温度評価値に結いてブリチャーピング量

29の女権正する例を示す。

[0064]図31~図33は分散補限電を修正する例である。光増幅中継伝送ンステムの場合を示すが、無印報伝送ンステムにも適用可能なのはが軸である。図31は送信部な予放可変補償器101を設置した例、図32は送信部、受信部、及び各中機器に分散が展開り1を設置した例、図33は送信部、受信部、及び各中機器に分散が順限器101を

(0065)図34は温度評価館に基づき遠隔バワー及び中機器光出力バワーを低正することによりSPM-G VDが黒にようが形変化を改善する例を示す。アンプを 側卸する代わりた光顔を側卸しても良い。図35は信号 光波長、ブリチャーピング量、分散順度素、及び光バワ ・を検圧する例を示す。Cれらの特定処理は手即び行なっても良いが、CPUで自動的に行なっても良い。また、光送信機と光受信機の回の再生中排区回年に下、光送信機と光受信機の回の再生中排区回年に一つのCPUで相互の開発を観覧しつつ集中神区回 (0066)制造したSPM効果は光端度が意様で変化するためすることによりファイバの同所事が意識に変化するため に生じるとされている。確って、光パルの立たが の間面立立と下かり時間を強節的に延ばし光/再の強度 変化を帯ちかにして伝送させるとSPM効果による彼形 変化を構ちかにして伝送させるとSPM効果による彼形 劣化を解することができる。この場合、相に光端度の おをのちやが変化させて立ち上がリノ立ち下がりの 移時間を延ばすよりも、液長分散を結節的に生じさせて 運移時間を延ばすよりも、液長分散を結節的に生じさせて 運移時間を延ばすよりも、液長分散を結節的に生じさせて 運移時間を延ばすたり、液長分散を結節がに生じさせて 連移時できるしては、信号光液度を寄り散成度入。 から裏図的できらしては、信号光液度を寄り散成度入。 から裏図的できらしては、信号光液度を寄り散放せる方法と送 に関加に分散補保膜を削入する方法と必ある。

【0067】図36及び図37は角号光の彼長A,をDSFの郊分散彼長A,かち離れた値化設定し、受信側に固定的な分散値の分散補限器112を配置する関係を示す。図36は近十世に送の場合である。分散値間は20分散値目はA,エA。は送信側に分散補廃器112を配置する層を近し、図38は延停側に分散補機器112を配置する層を近し、図38は無中機に送の場合、図39は多中様に送の場合である。との場合も分散値間を対し、図38によるGVDを補償できる値とする。

[0068] 図36又は図37の例において、図40に示すように、特に、A, ck为、ck数定し、D>0に設定すれば、A, は負分放例収応あるので信号先と自然放出すれば、A, は負分放倒にあれる。勿論、図41に示すようにA, >A, D<0の組み合わせて負い。図42(5)とのの組み合わせて負い。図42(5)との列数で(5)に示すように不良い。図42(5)とのの相称を受債値と通信側の数式がに配置して6度、20分数値隔等を実債値と通信側の数式がに配置して6度は、2043に2043と、送信側、受信側及び、。さらに、図43に示すように、送信側、受信側及び

特開平8-321805

(16)

各中株器のすべて又は一部に分散補保器を配置しても良

(0069)上記の様にSPM効果を抑制すべく信号光の波長3、を努力散波長3。から離れた値に担定して分散情報を配置した上で伝送特性を測定し、その結果に応じて3、を最適値に検託することにより一層の最適になってつかの側の関略を示す。伝送特性の創立方法及び前回の感様については、既に説明した多数のバリエーツのすべてが適用可能である。また、図47~49代示するた、「日号光波長3、を固定し、ブリチャーピング重を制御しても良い。さらに図50~52に下すよりに信号光波長3、とブリチャーピング電の数がた制御しても同い。さらに図50~52に下すよりに信号光波長3、とブリチャーピング電の制御は前途じたよりにても良い。ブリチャーピング電の制御は前途じたよりにフットンジェンダ型の光変観器で表現できる。

(0070)とれまでに説明した例では、光送信機も光受信機と洗を信仰に対すたいても中一の信号光視長が使用を 幅中維器が設けられていても中一の信号光視長が使用さ 相でいたが、以下に削引する例では、液長変換器を光塊 幅中維器がに配置して増幅中韓区間再が視長多光線 権力でしたが、以下に削引する例では、液長変換器を光塊 を最適化する。図53は光峰備中韓医の間をに信号光波長み、 老匠送システムの例を示す。図53ではでくの外 地区送システムの例を示す。図53ではでくの例 りではない。図54と示すように送信部に液長可度光線 りてはない。図54と示すように送信部に液長可度光速 りてはない。図54と示すように送信部に液長可度光速 りてはない。図54と示すように送信部に液長回度光速 りてはない。図54と示すように送信部に液長回度光速 りてはない。図54と示すように送信部に液長回度光速 りてはない。図54と示すように送信部に液長回度光速

20

(0071)被長変換器118は例えば図55K示す光双変定レーがによる液長変換レーザを使って実現することができる。図の左側の部分が光双変定の相域であり話作類120上の電筒を型でして開いている。村得領域122、124の電流を理断して無すを制度は開めは確比してもくと、人力光が注入されては、「自信団頭のは確比126、124の電点を型筋して、異な液度の出力光が得られなり、一方、図の右側の部分は発尿板長の制力光が得られる。一方、図の右側の部分は発尿板長の制力光が得られる。一方、図の右側の部分は発尿板長の制度がある。

5。一方、図の右側の部分は発尿液との範疇がである。一方、図の右側の部分は発尿液との範疇である。 1)、位相シント部域128と回所格子129を持ず50 流を注入するとキャリアーによるプラズマが果により光 高を注入するとキャリアーによるプラズマが果により光 40 ガイド間132の囲床率が深少し、ブラック液長を超が 長側に動かすことができる。また。位相シフト領域12 8への注入電流を変えることにより、この間域の等面的 な光路長を変えることにより、この間域の等面的 な光路長を変えることができ、光の位相を発振条件に合 わせることができる。したがって、2つの間域の環流を が出い変化することで、広範囲に出力光の液良を前向で (0072)液長変換器112の第2の実現例として、 四光液混合の現象を積縮的に利用したものがある。DS Fに第分散液長近傍の2つの液長ル。, ル,の光を人射 すると、四光液混合によりハ... = ハ,・・・・・・・・・・・・

S

光波長を設定しなわずのではなく、光増幅中棋器におい ことによる伝送速度の増加、および等分散波長2,のば の削減が図られる。また、わざわざ再生中様して、信号 て高速光圀号のまま液長変換を使うことにより、 2度の 光輻気変換と精速の電子回路による処理を省くことがで 【0073】各光増幅中様区間どとに信号光波長の殿定 を行うことにより、さちに彼長分散を小さく抑えられる ちつきの朴容範囲を拡大できることによる伝送路コスト 8. システムの小型化とコストダウンを実現することが

20 受信例で伝送特性を測定し、伝送特性が最適になる徴長 立上時と運用時の制御の陰様については、既に説明した 【0074】子め長さ方向変動も含む伝送路の零分散波 5、各光増幅中継区間ごとに最適な信号光液長に設定す 伝送路の奪分散波長が不明な場合は、システム立ち **に散定すればよい。このとき、図56に示すように伝送** 政定部105から戦国信号をフィードバックさせながら 政長司変光御を掃引し、伝送特性が最良の被長に設定す る。このときに伝送特性が規格を満たさない場合は、送 **倍剛に近い方から頃番に彼長変煥器を描引させ、それぞ** いに伝送特性が最良の彼長に設定していく方法等が考え **られる。この場合の伝送特性の割定方法、及びシステム** 彼長掃引を行う方法も考えられる。この場合、何えば、 まず各徴長変換器は液長シフト量ゼロに数定しておき、 **最が把握できている場合には、シミュレーション等か** 上げ時に、故長可変光源と被長変換器を掃引しながら、 多数のパリエーションのすべてが適用可能である。

[0075] 図57 に示した例では、既に説明したよう に、SPM効果を低減すべくGVDを意図的につくるた を持っているが、温度変化や経時変化に伴ってそれがド る。分散傾向器をさらに各中韓器に配置しても良い。次 に、光多虹を実用化するための周辺技術について説明す る。光版からの光ピームを電気信号で変調して光信号を は、図20を奪履して既に説明したように正弦波の特性 リフトするので、印加郡圧の変化範囲(動作点)が禁に 適正になるようにドリフトを捕倒する必要がある。特明 平3-251815号は印加電圧(高周波電気信号)を ることによってファハツェンダ変質器のドリフトを補償 する技術を開示している。即ち、駅動電圧の範囲V。-V, が適正であるときは図58に示すように出力光信号 の上下の包格根は周波数2 「、で互いに逆位相で変化す **、成分がゼロになるように印加電圧のバイアスを制御す** めの分散補償費112が送信部にさらに配置されてい **間波数 f。 の底周波で協幅変調し、出力光に含まれる** 生成するために用いられるファハツェンダ型光度調整

ê

すると、図59及び図60に示すように、出力光信号の **部をカブラで分岐して電気信号に変換し、「。で位相検** 彼した出力で光変靱器のパイアスを制御することによっ 上下の包格額が開波数「、で互いに同相で変化するので f, 成分が含まれるようになる。そこで出力光信号の一 て、助作点を安定化する。

ステムに適用した場合、各光チャンネル毎に光変調器が [0076] この様なドリフト補償の技術を光多規化シ 散けられるので、ドリフト補償回路もそれぞれに必要に なる。従って、前記のドリフト補償技術をそのまま光多 **単化システムに適用すると、光信号を分岐するためのカ** ブラ及び分岐された光屑号を電気信号に変換する光検出 **器等が多数必要になるという問題がある。**

カレ、光変調器201,,201,…の駆動回路203 る光多異化システムの一例が示される。この例では、並 . 201, …に同一波長ろ。のレーザ光をそれぞれ入 …で発生したそれぞれ異なる周波教「, , 「, …の低周 (0077) 図61 に本発明のドリフト補償回路を育す 列に複数配置されたマッパフェンダ型の光変調器201 , . 203, …では、低周波発振器204, . 204, 彼信号で駆動信号(変調信号)を振幅変調する。

[0078] 各光変調器201, , 201, …かちの出 光分岐器205でその一部をモニタ光として分岐し、そ の分枝光を光検出器206で光/電気変換し、さらに電 4ルタ208, (但し、k=1,2…,以下同じ)は対 気信号レベルで分核し、各分核した信号を帯域フィルタ 208, , 208, …に通して対応する位相検出・バイ アス供給回路202, , 202, …に供給する。帯域フ 応する光変調器201,の低周波重量成分の周波数1, 力光は、光合液した後に光伝送路に送出するとともに、 を通過させる。

の位相検川・バイアス供給回路202,の制御は帯域フ 1ルタ208, で分岐した低周波1,成分で行われ、同 202,の制御は帯域フィルタ208,で分岐した低周 徴 f, 成分で行われるので、並列配置された各光変調器 て、光変調器201。の動作点を制御する信号を生成す 様に、光変調器201,の位相検出・バイアス供給回路 201, . 201, …のバイアス制御がそれぞれ独立に は、光電変換し帯域フィルタ208,で抽用した用力光 る。この制御を光変戦器201, 201, …の各ヶが 同時に行う。このように構成すると、光変調器201, [0079] 位相検出・バイアス供給回路202, で 中の低周液成分を発振器204,の出力で位相検波し

(OTDM) する場合に有効である。一か所での出力光 可能となる。なお、この例では、光電変換して分岐した 9岐および光電変換で、複数の光変調器の制御が同時に 後に、各周波数成分を取り出すための帯域フィルタ20 8, . 208, …を用いているが、安定動作が可能であ [0080] この構成は複数の光屑号を光時分割多重

し、その間、残りの光変闘職の動作点を固定しておくよ しているが、他の何として、ある任意の時刻において低 うに、低周波振幅変調を行う駅動回路を時間的に切り替 1, . 201, …が並列的に動作して同時に行うように **副液振幅変調を行っている駅動回路が一つだけになるよ** えるようにし、それに連動して、低周波振幅変調を行っ **りにしてもよい。このようにすると、低周液信号として** 【0081】この図61の例では、 氏周波の振幅変動に ている光変関語のみの動作点ドリフトを検出して制御 よる動作点ドリフトの制御を、全ての光変調器20 同一周放教の信号を使用することができる。

削波 f. を発生し、これを切替えスイッチ209で時間 [0082]図62にそのような光多頭化システムの例 , …を並列に配置し、各光変調器201, ,201, … で同一波長ん。の光信号の変調を行った後、それらを合 彼する。低周波発振器204は一つだけ用意して単一低 が示される。この例では、並列に配置された光変調器へ 複数個のマッハツェンダ型の光変調器201,,201 …は時間的に順次に切り替わって単一周波数 f。の低風 開隔工。どとに各駆動回路203,,203,…化時間 的に切り替えて供給し、各厢助回路203,,203, の制御を一定の時間間隔下。で切り替える。すなわち、 **ઌ版幅変調を行う。**

政発振器204からの低周波1。信号で位相検波すると 2に供給する。位相検出・バイアス供給回路202は出 [0083] 光変調器201, 201, …の用力側で は、合波した出力光を光分岐器205で分岐し光検出器 206で光電変換し、位相検出・パイアス供給回路20 力光を分岐して光電変換した信号中の低周波成分を低周 とによってパイアス電圧を生成し出力する。 【0084】位相検由・バイアス供給回路202のII力 えスイッチ209と連動するようになっていて、駆動団 201, … に供給される。 切替えスイッチ210は切替 路で低周波振幅変調を行っている光変問題のみに対して は切替えスイッチ210を介して各光変間器201,. パイアス電圧を供給することで動作点ドリフトを制御 し、その間、残りの光変調器の動作点は固定しておく (例えばラッチ等で固定する。以下同じ)。

の変調を加えるように系を構成する。なお、このシステ [0085] この例は図61の例と同様に、複数の光信 母を光時分割多重する場合に有効であり、さらに、一つ ないように、時間下。は制御の時定数に比べて充分長い **化システムの他の何が示される。この例では、光変問題** の位相検出・バイアス供給回路で制御可能であるという 刊点がある。制御していない光変調器でドリフトが起き 商用でなるへく短く設定する。図63亿本発明の光多量 …を直列に配置し、光源からの改長 7, の光に2回以上 201, . 201, …が直列に配置される。すなわち、 **複数個のマッパツェンダ型光変調器201, , 201,**

÷.

(18)

特隅平8-321805

ムは光信号が多皿化されるわけではないので光多皿化シ ステムと呼ぶべきではないが、本間明細醇では便宜的に (0086)名光変関器201, . 201, …の限動回 このシステムを光多用化システムと呼ぶこととする。 路203, . 203, …ではそれぞれ頃なる周波数

「, , 「, …で低周波振幅変調が行われる。最後段の光 タ208, . 208, …をそれぞれ介して位相他出・バ イアス供給回路202,,202,…にそれぞれ供給す 変回器の出力光を光分岐器205で分岐し、光検出器2 08で光路突換し、さらなこの転気信号を名指模フェル る。帯域フィルタ208,は対応する光変回路201, の低周波単型成分の周波数で、を通過させる。

04、かちの低周波「、信号で位相検波して動作点ドリ は、旧力光から分岐した信号中の低周波成分を発振器2 フトを検出して、対応する光変間器201。の動作点を 阿御する。この動作点阿御は各光変問題201, 、20 1,…において同時に行う。動作安定が可能であれば帯 【0088】この図83の例では、 氏周彼虫類を行って 201, …が同時に行うようにじているが、他の何とし て、ある任意の時刻において低周波振幅変調を行ってい る駆動回路が一つだけになるように、低周波振幅変換を 行う駆動回路を時間的に切り替えるようにし、それに連 動して、低周波振幅変調を行っている光変調器のみの動 作点ドリフトを検出して飼御し、その間、残りの光楽団 の動作点ドリフトの制御を、全ての光変回路201, **減フィルタ208, 208, …は無くても掛わない。** 【0087】位相検出・パイアス供給回路202, で 群の動作点を固定しておくようにしてもよい。 2

[0089]図64にそのような光多項化システムの例 が示される。この例では、直列に配置された光変問盟2 01, . 201, … への勉御を一位の時間問題に、 たり り替える。ずなわち、複数個のマッパツェンダ短光変数 器201, . 201, …を直列に配置し、光쟁からの光 **に2回以上の変調を加える系を構成する。低周液発版器** 204は一つだけ用意して単一低周故じ。を発生し、こ れを切替えスイッチ209で時間即隔1.。 ごとに各駆動 回路203,,203,…化時間的化切り替えて供給 ۶

し、各駆動回路203,,203,…は時間的に加次に [0090] 最終限の光変調器の出力光を光分岐器20 ス供給回路202は出力光を分岐して光電変換した個号 中の低周波成分を低周波発振器204からの単一低周波 **「,個母で位相検波することによってバイアス電圧を生** パイアス供給回路202に供給する。位相娩出・パイア 切り替わって単一周波数で、の氏周波振幅変調を行う。 5で分岐し、光検川県206で光電変換し、位相検出 成し出力する。

201, …に供給される。切替えスイッチ210は切替 [0091] 位相検出・パイアス供給回路202の出力 50 えスイッチ208と連助するようになっていて、昭動回 は切替えスイッチ210を介して各光変即隔201,

ಜ

5ので「。成分が含まれないのに対して、動作点が変動

関して彼長多重し、各光変調器201,,201,…の なる周波数 f., f., …の低周波隔極窓調を行い、各光 f, , f, …の低周液振棉変調を行う。すなわち、複数 ·の駆動同路203, 203, …においてそれぞれ異 多重において有効であり、さらに、一つの位相検用・パ イアス供給回路で制御可能であるという利点がある。図 201, …てそれぞれ罪なる彼長 1, 、 1, …の光を変 **展動回路203, , 203, …でそれぞれ異なる周波数 拡列に配腐し、異なる故畏入,,入,…の光信号の故形** 省で低周波振幅変調を行っている光変調器のみに対して [0092] この例は、図83の例と同様に、光時分割 5. この例では、並列に配配された光変関語201,, 国のフッパツェンダ型光変調器201, 、201, …を 多重を行う系を構成し、各光変調器201, , 201, **変脚器201, , 201,…の出力光を合液して液長多** 6.5 には本発明の光多重化システムの他の例が示され、 その間、残りの光変調器の動作点は固定しておく。 パイアス電圧を供給することで動作点ドリフトを制御 年間力光を用力する。

[0093] この液長多重用力光を光分岐器205で分 光変調器201、の動作点を制御する。この制御を各光 岐して光検川器206七光電変換する。この光電変換し …仏供給する。帯域フィルタ208、は対応する光変調 た借号をそれぞれ帯域フィルタ208,、208,…を 5. 位相換出・バイアス供給回路202,では、出力光 を分岐した肩号中の低周波成分を発振器204,の低周 介して位相検出・パイアス供給回路202,,202, 彼ら、信号で位相検波して動作点ドリフトを検出して、 **器201,の低周液重量成分の周液数 f,を通過させ** 変駒器201,,201,…で同時に行う。

例では、低周波振幅変調を行っての動作点ドリフトの制 に切り替えるようにし、それに連動して、低周波振幅変 調を行っている光変期器のみの動作点ドリフトを検出し 図61の何と同じ原理で、複数の光変調器の制御が同時 08, 208, …は無くても構わない。この図65の **御を、全ての光変調器201, 、202, …か同時に行** ねいて低周液振幅変調を行っている駅副回路が一つだけ て制御し、その間、残りの光変靱器の動作点を固定して 化可能となる。 安定動作が可能であれば帯域フィルタ2 **うようにしているが、他の例として、ある任意の時刻に** になるように、低周波振幅変調を行う駆動回路を時間的 [0094] この例は、波長多重の場合に有効であり、 おくようにしてもよい。

1, …でそれぞれ異なる液長入,,入,…の光信号の変 [0095] 図86にはそのような光多肌化システムの 例が示される。との例では、並列に配置され、異なる波 ,…への炯御を一定の時間川隔丁。で切り替える。すな 201, …を非列化配置し、各光変調器201, . 20 民A, A, …の光を用いた光変関器201, 201 わち、複数個のマッパツェンダ型の光変調器201,。

動回路203,,203,…は時間的に顧次に切り替わ は一つだけ用意して単一低周波「。を発生し、これを切 03, , 203, … 化時間的に切り替えて供給し、各駆 調を行った後、それらを合彼する。低周彼発振器204 替えスイッチ209で時間間隔下。どとに各駆動回路2 って中一周波数「、の低周波振幅変調を行う。

は、合放した旧力光を光分岐器205で分岐し光検出器 206で光電変換し、位相検用・バイアス供給回路20 [0086] 光紫顯器201, . 201, …の用力関で 2に供給する。位相検出・バイアス供給回路202は出 力光を分岐して光電変換した信号中の低周波成分を低周 **夜発振器204か5の単一低周波 [。 傳号で位相検波す ることによってパイアス電圧を生成し出力する。**

[0097]位相検出・パイアス供給回路202の出力 えスイッチ209と連動するようになっていて、駆動回 201,…に供給される。切替えスイッチ210は切替 路で低周波振幅変調を行っている光変調器のみに対して は切替えスイッチ210を介して各光変調器201,, パイアス電圧を供給することで動作点ドリフトを制御

の例では、並列に配置され、異なる波長入, , 入, …の を、電気変換する前化、被長分離素子212によって各 の信号に分離している。すなわち、複数関のマッハツェ 行う系を構成する。低周波発振器204は一つだけ用意 [0098] この例は、図65の例と同様に、液長多重 それぞれ異なる波長入, 、入, …の光信号の液長多重を において有効であり、さらに、一つの位相検出・バイア ス供給回路で制御可能であるという利点がある。図67 には本発明の光多重化システムの他の例が示される。こ 改長 3,, 3,…の光変闘聯201,,201,…かち し、その間、残りの光変調器の動作点は固定しておく。 光を用いた光変調器201,,201,…の合液出力光 ンダ型光変調器201, 201,…を並列に配置し、 2

3, , 203, …は単一周波数f, で低周波振幅変調を 行う。各光変調器201,、201,…の出力光を合成 して被長多重出力光を作り、この被長多重出力光を光分 この分離した光信号をそれぞれ光検出器208, 20 8, …を通すことで光電変換した信号を位相検出・パイ 5. 位相検用・バイアス供給回路202, では液長分離 した信号中の低周波成分を低周波「。信号で位相検波し て動作点ドリフトを検出して、対応する光変関器201 1, , 201, …で同時に行う。この実施例は図65の 何と間様に彼長多重において有効であり、特に光波長で 妓器205で分岐し、さらに液長分離素子212を通す ことによって各被長入,, 入,…の光信号を分離する。 アス供給回路202, . 202, …にそれぞれ供給す の動作点を制御する。この制御を各光変調器20 して単一の低周液1。を発生する。各駆動回路20

[0099] 図88には本発明の光多単化システムの他 の例が示される。との例では、並列に配置され、異なる の方が分離性がよい場合に適用できる。 22

佐長λ, . λ, …の光を用いた光変調器201,..20 的に透過液長の切り替わる液長可変フィルタ213によ って、制御を行う光変調器の波長成分のみを取り出して 1,…への制御を一定の時間開隔工,で切り替え、時間

50 的に切り替えて供給される。この切替えスイッチ214 開器201,,201,…を並列に配置し、異なる彼長 を発生する。各駆動回路203,,203,…では単 2011, 2011 …の出力光を合波して被長多重出力 透過被長の切り替わるフィルタであって、任意の一時刻 光波長可変フィルタ213が波長1、を透過するように その出力信号を位相検用・バイアス供給回路202、に -周波数 1, による低周液振幅変調を行う。各光変調器 で光電変換する。光被長可変フィルタ213は時間的に には一つの液長成分のみを取り出し出力する。光検出器 206の出力信号は切替えスイッチ214を介して各位 刃り替えられているときには、切替えスイッチ214は [0100]すなわち、複数個のマッパツェンダ型光変 光を作り、この波長多重用力光を光分岐器205 で分岐 し、光波長可変フィルタ213を通して光検出器206 目検出・パイアス供給回路202,,202,…に時間 医周液発振器204は一つだけ用意して単一の低周複 f の切替えは光液長可変フィルタ213と連動しており、 2, 、2, …の光信号の液畏多重を行う系を構成する。 供給するように切り替えられる。

[0101]位相検出・パイアス供給回路202、は光 201,の動作点ドリフトを検出して制御する。その間 電変換した信号中の低周波成分を前記低周波 f。信号で 位相検波して、取り出した液長入、に対応する光変調器 図85の例と同様に、波長多重において有効であり、特 に光波長可変フィルタによる液長選択の方が容易である 場合に適用できる。との例では低周波振幅変調を行って いる駆動回路を時間的に切り替える必要はないが、各光 変調器でとの動作点ドリフトによって現れる低層液成分 をより明確に分離するために、切替えを行っても構わな は残りの光変調器の動作点は固定しておく。この例は、

作点切替信号に従って、発振器204,から駆動回路2 16、を追加したものである。図20及び図21を参照 して説明したように、マッハツェンダ型光変調器では動 [0102]図69には本発明の光多重化システムの他 の例が示される。この光多重化システムは、図61のシ ステムに、特開平4-140712号公報に記載された チャーピング制御のための符号反転回路215, 及び2 作点をVblからVb2へ変更することによってブリチ + - ピングの方向をフッドシフトからブルーシフトへ切 り替えることができる。信号光の液長がDSFの正常分 散領域にあるときはレッドシフトを与え、異常分散領域 にあるとまはブルーシフトを与えることによって、彼形 を改善することができる。待号反転回路215,は、動

特開平8-321805

(S)

符号反転回路216,において変調信号の論理を反転す される債号の位相を反転する代わりに発振器204,か 03, ヘ与えられる低周液信号の極性を反転することに よって動作点をVblからVb2へ変更する。動作点が Vb2へ変更されると変調信号の論理と光信号の論理が 逆転するので、符号反転回路215、の切替に同期して なお、発振器204,から駆動回路203,へ供給

ら位相検川・バイアス供給回路202、へ供給される信 母の位相を反転させても、位相検用・バイアス供給回路 また、動作点の切替はすべての光変調器201, につい

202, における位相検出の結果を反転させても良い。

[0103]また、図68の実施例は前述の図61の光 あるが、本発明はこれに限られるものではなく、これま でに述べた各光多重化システム(図62~図68)に対 しても同様に符号反転回路を付加することができ、その 際、各符号反転回路の動作切替え信号はそれぞれ独立に 多重化システムに対して符号反転回路を付加したもので 行っても、また運動させて一括で行うようにしてもよ て同時に行なうようにしても良い。

調器での動作点を一括して切り替える方が便利である場 合が考えられる。また、光時分割各重の場合でも、直列 に並んだ光変調器の動作点を一括して切り替えることに [0104] との符号反転回路(動作点シフト回路)に どで、伝送における液長分散の符号は正にも負にもなり 多重では、ファイバの等分散液長と信号光の各液長との よる動作点の変更は、外部からの切替えスイッチを設け る方法や、システムが例えば受債側において伝送特性を ファイバの髯分散被長近くの被長で伝送を行う場合、フ テイバの等分散波長のばらつきや光源波長のばらつきな 得る。そのような場合、各光変調器での動作点を独立に 切り替えることが便利であると考えられる。また、夜長 大小関係が分かっている場合には、大小関係が同じ光変 チェックして自動切替えをする方法などが考えられる。 より、出力光の被長変動を逆転させることができる。 2

[0105]次比、光時分割多重 (OTDM) 伝送にお 0 Gb/s の伝送速度を実現するシステムの構成を示すも のである。図71はとのシステムの送信側の各部信号の 明に係るクロック信号抽出が適用された光時分割多重伝 けるクロック抽出技術について説明する。 図70 に本発 タイムチャートであり、図70中化アルファベット8~ 送システムが示される。この実施例は2波多重により1 「で示される各信号の被形をそれぞれ示している。 \$

クロック光信号c, dに対して、外部変調器244, 2 45により20Gb/s NRZ信号e, 「で外部変調する [0108]まず、20G12の単一正弦彼りで動作する **ザダイオード)240の光信号aから、位相が互いに逆** の20012 光信号に、 dを生成する。 次化、それぞれの | 人力2|||力光スイッチ24| により、光頑LD (レー

50 ことにより、20Gb/s R Z光信号k. hが生成され

特開平8-321805

上、光多草の方法として、別の光顔しDを用い、それぞ hのH力光を外部変調してから合波する構成をケースA とし、上述の図70の例のように一つの光顔しりの出力 光を分岐してから、それぞれを外部変調後に合波する構 (光MUX) することにより、40Gv/sの光多項信号 より、400~8日当の超広帯域電子デバイスを必要と i が生成される。この光時分割多重 (OTDM) 方式に そして、これらを合液器246によりビット多項

成をケースBとする。

すること無しに、10m/3光伝送が実現できる。

bの出力パワーが異なるような教定すれば、多重化され 【①111】図74にはケースAの場合の1例が示され しひをそれぞれ用意し、この光源しひ240a, 240 る光信号8. 11 化振幅焼を設けることができる。図75 にはケース人の場合の他の例が示される。図示するよう。 化される二つの光度号g、hに振幅発を設けることがで きる。図示の例では外部変調器244と合液器246の 部変調器244の間に設けるものであってもよい。65 る。外部変調器244.245に光信号を入力する光源 4、光微しりから合液器246で合液されるまでの光経 路の一方に光視真器256を抑入することにより、多重 間に光域段器250を設けたが、光源しD240aと外 るん、外部変調器245側の光経路に設けるものであっ てもよい。この光域衰弱256の代わりに、光増幅器を 用いる構成も可能である。さらに、外部変調方式に限ら ず、LD直接変調や変調器一体型LDを用いた場合も、 これらの方法は有効である。 20 LD240と光スイッチ241の代わりに、短バルス光 顔や半導体光変靱器付きしDを用いる相成や、送信側の ブ光パワー分岐素子や外部変調器を正弦波駆動する構成 にピット分離する方法が最も簡単と考えられる。図70 [0107]なお、この他の情成として、図70の光顔 光分岐用の光スイッチ241の代わりに、単なるバッシ も可能である。一方、受信側では、40Gb/s光多項信 母iを二つの20Gb/sR2光信号に分離(光DEMU や相互位相変調(XPM)現象等の非線形効果を利用し た組み速P L L K よる光D E M U X 方式の提案や実験が 蛩んにいわれているが、いずれも大規模で、安定性の点 [0108]そCで、図10のように、送信側に用いち れた1人力2出力光スイッチにより、1ピット毎に交互 において、伝送路248から受信された光多所信号は光 ブリアンプ248を通してピット分離用の光スイッチ2 X)する必要がある。最近では、四光液混合(F WM)

ても課題がある。

(0112)図76には上述の図75の方法をケースB に適用した場合の例が示される。このケースBは光源し Dが一つてある他は上述したものと同じであるので、群 を、外部変剛器244,245としてそれぞれ挿入損失 細な説明は省く。またさらに、このケースA、ケースB のいずれの場合も、外部変調方式を採用した光時分割多 単伝送方式においては、複数の光信号の光強度振幅差 の異なるものを用いることにより実現することができ

52に入力されるとともに、光分岐器250でその一部 が分岐されてクロック抽出回路251に入力される。ク ロック前出回路251は例えば図82に示されるように 人力信号を光検出器260で光電変換後に狭帯域の電気 62によってクロック信号を直接抽出する。 抽出された グを与える信号として供給される。 このクロック信号に

フィルタ(豚猫体共協フィルタ、SAWフィルタ等)2 クロック信号は光スイッチ252にピット分離タイミン 応じて光スイッチ252は受信した40Gh/s光多項信 号iを二つの20G/s R.Z.光信号に分離(光D.EMU 【0108】しかし、この受信機構成においては、符号 協別だけでなく、光スイッチ252での光スイッチ動作

X) してそれぞれの光受信機253, 254に入力す

を行うために、データ主角号に同期した20012 クロッ ク倡号が必要となり、受傷される光多異信号自体に20

関語を用いる場合、光変調器を駆動する電圧振幅を変え たり、そのバイアス点を変えることで、山力光の振幅を eからVfに変えることにより光H力強度が変わる様子 が示される。また、図78では駆動電圧のパイアス電圧 【0113】 外部変闘器としてマッパツェンダ型の光変 もので、図77では駆動電圧(印加電圧)の振幅値をV をV B − eからV B − f 化変えることにより光出力強度 が変わる様子が示される。このように外部変調器として アッパフェンダ型の光楽調器を用いる場合に限れば、駅 **b配圧原偏あるいはパイアス電圧を変えて外部変調器2** 変えることができる。図17、図18はこの様子を示す 44.245の各出力光強度を変えることができる。

\$

Ob 配分が含まれている必要がある。そこで、本発明で は以下のような方法によって送信される光多取信号;自

体にクロック併号油川K十分な大きさの2 0 Gb 成分を

含ませる。すなわち、図72K示すように、送信側の二 つのR2個 号8. 11 に振幅英を設け、これを合液した4 るように、合彼した光多単盾号;は図中に点模で示すよ うな2 0 Gtv のクロック信号成分を十分に含むようにな

0 Glv の光多肌信号;からクロックを抽出する。図示す

一(あるいはこれに代わるバッシブ光パワー分岐紫子な しないことにより、各外部室内器244,245の出力 光に振幅差を設けることができる。図79にはケースB の場合の他の例が示される。 この例では、外部変調器2 [0114]また、ケースBの場合は、光スイッチ24 ど) による光硬し D 2 4 0 の出力光の分岐比を1:1 に 44.245の各出力光の個波状態が直線個波の主軸が 23

直交するように設定している。このように、偏液状態が 号を光多頂する場合には、送信部(合波器246)での 光多重の後の光経路に、 偏波体存性のある光学素子25 7を抑入することで、多重化された二つの光信号の光強 度に光学素子257を通過後に振幅差を持たせることが でき、交互のビットで光振幅の異なる光多風信号が英規 異なる、例えば直線偏波の主軸が直交する二つのR2倩

5.7を抑入するに代えて、合波器として構造上もしくは する合液器を用いる構成も可能である。さらに、送屑順 **花信号の入射偏光軸により、合波比に偏光体存性の存在** での交互ビット間の偏波状態の関係が、受信側でもある hるように、受信部において、光スイッチ252での光 分離の前に、個液依存性のある光学素子258を加入す [0115]また、上述の個液体存性のある光学素子2 **異度保持される伝送システムにおいては、図80化示さ** るようにしてもよい。

型の構成も可能である。例えば4被多型を行うような光 [0116]なお、この実施例では、交互のビットに光 多瓜伝送システムの場合にも、光多瓜信号からクロック 信号を抽出することができる。図73はこのような4液 協度振幅差のある2.彼多斯の場合を説明したが、N液多 多風の例を示すもので、4被多瓜する光信号を81,8 2. 83. 84 £ \$ 5 £. 81 > 82 = 84 > 830 M 原に各版幅整を散け、これらを合放して光多重倡号;を 作成すると、この光多重信号;は図中の点線で示すよう なクロック信号成分を含むようになる。さらに、この場 合は振幅巻の設定方法により、複数種類のクロック信号 成分を含ませることができる。

[0117]また、木発明の一つの特徴点として以下の 点が挙げられる。すなわち、従来の10分/3までの光 伝送システムにおいては、信号光を受光 (光電変換)後 に、電気段で主信号を分岐して、クロック加出を行って いる。これに対して、本発明においては、図81に示す ように、光段で主信号から分岐した光多単信号から、上 **述の各方法によりクロック抽出を行い、そのクロック信** 号を用いて光分離を行う点が特徴である。

信間における多重分離後の各チャンネルとの対応関係が [0118]多単化伝送システムにおける次の問題とし C. 一般に送信側における多点化前の名チャンネルと受 固定的に定まっていることが要求される。例えば図70 **において、駆動回路242~供給される信号は常に光受 わる信号は常に光受信機254で受信されることが**更求 される。しかしながら、従来のOTDM伝送システムで 併機253において受信され、駆動回路243〜供給さ [0119] 図83は本発明に係るOTDM通信システ り、そのため回ねの管理ができないという問題がある。 ムの受信側において用いて軒適な光分離器の構成を示 ステムを立ち上げる毎に対応関係が変わる可能性があ は、受信仰で各チャンネルの区別をしていないため、

٠.

て、例えばCH1が出力回換1かち、CH2が出力回線

8

特開平8-321805

22

す。受信された光信号を2つに分岐する光分岐回路30 0、一方の分枝光信号からクロック信号を用生するクロ ック信号再生回路302、再生されたクロック信号に従 **って受信光信号を光レベルで2チャンネルに分離する光** スイッチ304及び分離された各チャンネルの光信号か らデータを再生する2つの光受信部308、308かち なる構成は図70のシステムの受信回と回様である。

【0120】送信側から伝送されるデータは例えば図8 **るための禁別データである。回袋識別データ抽出回路3** 路318は回線構別データ抽出回路314,316が抽 て、出力回復1~出力するをデータが出力回換1~、出 ように信号交換回路320内の接続を制御する。 回線構 別データ抽出回路314、316の人力信号は、信号交 校回路320の出力から取り出しても良い。 値筒回路3 4の形式に従う。図84において、310は光受信制3 08.308においてフレーム同関を確立するためのフ レーム回動データであり、312はチャンネルを位別す 14.316はこの機別データ312を抽出し、耐御回 出した職別データに従い、保母交換回路320を制御し 力回線2~出力すべきデータが出力回線2~出力される 18はマイクロコンピュータを使って容易に実現するこ 2 2

【0121】図85に示した光分離器では、光受信部の 出力の接続を切り換える代わりに、位相可変闘322を 何御して光スイッチ304に与えるクロック信号の位相 を変えることにより、実質的に接続切換の効果を仰てい 2多瓜の場合、クロック併号の位相を180・シフ トすることにより、実質的に接続の人れ替が達成され とがてきる。

ルかち4チャンネルへ拡張した例を示す。 クロック旧号 発生回路302で再生されたクロック借号は位相可変器 【0122】図86には図85の光分離器を2チャンネ 1/2分周器303で1/2分周され、位相可変器32 4 が図1 15 (a) に示すようにCH1→CH2→CH 3→CH4の類で多単化されているとすると、光スイッ チ304は殴115 (b) に示すクロックで1タイムス 15 (c) K示すようにCHIとCH3が他方の出力か 5は図115 (d) に示すようにCH2とCH4が2タ 及び305、は図115 (e)及び図115 (h) 化示 とCII4が分離される。何節回路318は回袋協助デー 3及び323、をそれぞれ経て光スイッチ305及び3 05、へ供給される。4チャネルの光信号CHI~CH ロット毎に切り換えられるので、一方の出力からは図1 イムスロット毎に交互に出力される。光スイッチ305 で、図115(f)(g)に示すようにCH1とCH3 か分離され、図115(i)(j)に示すようにCH2 夕徳田阿路314~317が梅田する韓別データに従っ 322を輝て光スイッチ304〜供給されるとともに、 ずクロックで2タイムスロット毎に切り換えられるの \$

ませるために多重化される光屏号に振幅差を設けるため

の種々の方法について説明する。ここでは説明の便宜

[0110] 次に、光多取信号にクロック信号成分を含

特開平8-321805

から川力されるように位相可変器322,323,32 2から、CH3が旧力回復3から、CH4が出力回模4

遅延又は前進させても良いのは勿論である。また、2多 頂の場合、一方のチャンネルを認識するだけで充分であ この場合、光分岐回路328,330と光/粗剣変換部 320内の接続を切り換える。前述したように、接続を 5ので、光分岐回路330、光/相気変換回路334及 び低周液検出部338は必ずしも必要でなく、図91及 び図92に示すように、一方のチャンネルのみを使用し てもよいが、一方の側に障害が発生したときの予備とし 図93に示すように、光/電気変換素子340~流れる 又は前進させるものである。クロック信辱の位相を察更 328及び330でそれぞれ分岐され、光/和気変換回 部336及び338で重要された低周波信号が検出され を認識し、予め定められたチャンネルの信号が出力回線 | 及び出力回線2から出力されるように、信号交換回路 母の位用を変更しても、図82に示すように、光倩号を **高流をモニタするための光電流モニタ回路342を設け** で位相可変器322により位相を180。シフトさせる りクロック角号の位相180°に相当する時間だけ遅延 する代わりに光信号をそれに相当する時間だけ遅延又は 前進させても同等の効果が得られる。光遅延回路324 は、例えば、図88に示すように、コーナーキューブ3 2.8を機械的に移動することにより、光路長を変えるこ す。図84の例では、図84の機別データ312の代わ りに、図90亿示すよろに、チャンネル毎に異なる周波 数の低周液屑号 (, 一 f, を風程することにより機別を 可能にしている。ただし、図89は2多重の場合を示 す。光スイッチ304で分離された光角号は光分岐回路 第332及び334で電気債号に変換され、低周液検出 る。制御同路318は、低周波検用部336及び338 において検用される低周波信号の周波数からチャンネル 切り換える代わりに、図91に示すように、クロック信 [0123]図87化示した光分離器は、図85におい 代わりに、分離される前の光信号を光遅延器324によ て散けても良い。また、光受信部306又は308亿、 て、この川力から低周波信号を取り出すこともできる。 [0124] 図89は本発明の光分離器の他の何を示 とかできるようにしたもので実現することができる。

において周波数 f, で変調し、外部光変調器412にお [0125]図94はチャンネル軍に異なる周波数の低 クロック信号で打ち抜き、分岐回路104において必要 な散だけ (図の例では2) 分岐する。 第1の分岐光につ し、さらに外部光変靱器408において第1の主信号で **変調する、第2の分岐光についても外部光変調器410** す。光隙400かちの光を外部光変調器402において いて、外部光変調器108において周波数1,で変調 周波信号「, を重量して送出する光送信機の構成を示

332.334が不要にできる。

が振幅重量される。外部光変開器402における信号の いて第2の主角号で変調し、遅延器414で第1の光倩 **時との位相差をつくり、加算器416で加算する。Cれ** によって、第1の主信号で変調される期間 (タイムスロ ット)においては周波数「,が振幅重量され、第2の主 11ち抜きは、多重角号が図107に示す液形になるよう に、すなわち、各チャンネルのバルスが1タイムスロッ トを占めるように行なうことが好ましい。こうすること **信号で変調されるタイムスロットにおいては周波数「,** によって得られる利点については後述する。

て、光信号を同相で分岐し変調をかけた後、位相差をつ くって合被しているが、図70に示した光多重化方式に [0126]なお、図94に示した光多重化方式におい おいては光スイッチ241により逆相で分岐した後、そ 4 及び2 4 5に直列に設ければ、チャンネル毎に異なる 開被数の低周波信号を重慢することができる。 外部光変 鯛器402, 406, 408, 410, 及び412は1 iNもO, セッハツェンダ型光変調器又はEA光変調器 のまま合液している。後者の方式においても、周波数~ 又はf,で変調する外部光変調器を外部光変調器24 20

え、光分岐回路600,602の他方の出力を光出力回 19に示すように、光分岐回路328及び330の出力 f,を予め主信号に振幅重量しておくことにより、外部 3~図93を参照して説明した光受信機用の光分離器の 和に従って光信号を交換する或る種の光交換機として用 420は図96に示すようなデュアルゲートFETで実 構成の一部を変形すれば、光多重屑号に含まれる識別情 前306及び308を、図116又は図117K示すよ ダ- 駆動回路418及び420において周夜数!, 及び 見することができる。駆動液形を図120亿示す。図8 いることがてきる。例えば、図85又は図81の光受價 光変調器の数を減らすことができる。駅動同路418. 5に、光分岐回路600及び602でそれぞれ置き換 **粮!及び2~接続すれば、光交換機として使用できる。** 図91又は図92の回路については、図118又は図1 [0127] 図95は本発明の光送信機の他の例を示 を直接光川力回線1及び2へ接続すれば良い。 (電界吸収型光変調器)で実現できる。

[0128]受信信号に図90に示すように低周彼信号 が重量されている場合、これを利用してチャンネル機別 加を行なうことができる。図97には重畳されている低 周波倩号を使ってクロック倩号を安定化する位相制御部 を有する光受價機の構成が示されている。受信されたロ bitsの光個号を2つに分岐する光分岐部430、一方の 分岐信号からQ/2HzOクロック信号を再生するタイミ ング再生部432、再生されたクロック信号に従って光 **戽号を光レベルで2つのQ/2 bit/sの光信号に分離** する光スイッチ134、及び分離された光信号からデー 夕信号を再生する光受信器438,438からなる構成 の他に、光分離のためのクロック信号の位相の安定化制 20 **.** ⊋

比較し、その比較結果を発振器448の出力に加算した

いる必要はなく、特定のチャンネルのみに低周波信号が 数8,の発振器448、パンドパスフィルタ446の出 452、及び、発振器448の出力と比較器452の出 別算器454から構成される。なね、各チャンネルの光 0により制御される。位相制御部440は、分離された 受光素子444のUL力のうち、特定の周波数 f, の信号 のみを通過させるバンドバスフォルタ446、発振周波 と比較し、比較結果に応じて制御電圧を発生する比較器 力を加算して位相可変回路439の制御信号を出力する **信号のすべてに異なる周波数の低周液信号が重畳されて** 重量されていれば充分である。後者の場合、パンドパス 34~供給されるクロック信号の位相は位相可変回路4 39で可変され、位相可変回路439は位相制御部44 Q/2 bit光信号の一方を分岐する光分岐部442、分 **力を周波数 8, の信号で位相同期検液する同期検疫回路** 450、同期検波回路450の検波出力を所定の基準値 [0129] タイミング再生部432から光スイッチ4 枝された光信号を電気信号に変換する受光素子444、

位相は発展器448が出力する周波数8,の位相と一致 ッチ434からは受信されたすべての f, 信号が切り出 図9 9に定義される光信号とクロック信号の位相差のが 強度は図100に示されるように直線的に減少する。位 で、クロック信号は周波数8,で微小に位相変調されて るとすると、「「成分の強度は周波数8」で変化し、か するか又は逆位相になる。従って同期検波回路450亿 おいて周液数 R, で位相同期検波すると、その出力は或 る絶対値を持つ正値又は負債をとる。位相変動の中心が 図100の(c)点にあるときは、直線が右下がりであ るから位相検液出力は(b)点にあるときと値は同じで 符号が逆転する。(8)点にあるときは変動の半分が折 り返されるから、周波数8,の変動成分はなくなり、位 相検液出力は0℃なる。従って、比較器452において 同期検波回路450の出力を基準値たとえば0レベルと (c) に示すように受光素子444から出力される周波 0. かち±180 まで化変化するにつれて1, 成分の 相可変回路40.9は発振器448の出力で制御されるの いる。いま、位相変動の中心が図100の(も) 点にあ 直線が右上がりであるから、「「成分の強度変化の 化示すように光スイッチ434においてクロック信号の 数f,の信号の強度は最大になる。図98(d)に示す [0130] 図98 (a) 化示すように、CH1のみに 位相が光信号の位相に完全に一致しているとき、図98 よろに、クロック信号の位相がずれているとき、光スイ 引波数f, が重畳されているものとする。図98(h) されないので、「「、信号の強度が低下する。すなわち、

452の旧力の極性を反転させるためのものであり、比 の中心が図100の(a)点(個大値)から極小値へ移 るので、クロック信号の位相が180°シフトする。 こ **結果でクロック信号の位相を制御することにより、助作** 点が図100の(a)点になるように制御することがで きる。比較器452に入力されている制御信号は比較器 校器452の出力の犠性を反転させることにより、制御 れによってチャンネルの切換を容易に達成することがで

される。ただし、位相制御部440に具備されるパンド バスフィルタの中心周波数は下、であるのに対して、位 パンドバスフィルタの中心周波数は「、である。それぞ れの位相制御部440,462のパンドパスフィルタの これによって、未使用のチャンネルがあればそれを認識 することができる。一方のチャンネルが未使用である場 号でクロックの位相を制御すべく、切替え器466を制 御して位相制御部440及び462のいずれか一方の出 力信号を選択し出力する。切替え器466が選択した位 相重制御債母が位相可変回路439に供拾される。使用 中と認識されたチャンネルが複数存在するときは予め定 [0131]図101に示した回路は図97の光受信機 の変形である。図101の回路においては、光光信機4 38へ向かう光信号だけでなく、光受信機436へ向か 位相制御部440と同一構成の位相制御割462へ入力 **合、使用中のチャンネルだついて得られた位相單制御信 出力は比較器464へ入力され、基準値と比較される。** 相制御部462では他のチャンネルにロックするため、 められた優先順位に従って切替え器466が制御され 5光信号についても光分岐器460において分岐され、 50

フィルタ446は不要である。しかし、この場合にもバ

ンドパスフィルタ446を挿入すれば周期検波回路45

0~入力する信号のSN比を改善することができる。

に、CHI及びCH3タイムスロットに重畳されている 信号の位相はCH1又はCH3のタイムスロットに同期 する。したがって、光スイッチ434によりCH1+C 82を経てそれぞれ供給される。位相制御部440は周 彼数 f , を制御対象としてQ/21セクロック信号の位相 ので、位相制御部440の働きによりQ/21セクロック れるQ/2セクロック信号を1/2分周器478で分周 [0132]図102も図97の窓形である。位相制御 **都440において低周波信号を検出するために光信号を** たように、光受信機438に設けた光/電気変換素子4 70のための光電流モニタ部472の出力から低周波得 号を検出している。図103は4多重に拡張した例を示 す。光スイッチ434で分離された2つのQ/2 bit/ s光信号はさらに光スイッチ474及び476によって 4つのQ/4 bil/s光信号に分離される。光スイッチ 474及び476へは、位相可変回路439から出力さ したQ/4 lbクロック信号が位相可変回路4 8 0 及び4 分岐して電気信号に変換する代わりに、図93で説明し を制御する。周波数1,は例えば図104に示すよう H3とCH2+CH4とを安定に分離することができ S 8

[0138]また、その様な関略化を行なった場合、光 /電気変換を行う受光素子190は、図108のように QHZIC共協周波数をもつ特性でもよい。平坦で広帯域な 周波数特性をもつ受光素子が不要となり、受光素子の製 造が容易になる。また、受光素子がフィルタ特性をもつ ためタイミングフィルタ494の帯域外減疫特性を拇和 させることができる。 人力するように設定されているものとする。位相制御部 とC113を安定に分離することができる。 位相制御部4 8.6は周波数1,を朝御対象として、光スイッチ474 184は周波数1,を制御対象として、光スイッチ47 る。周波数で,は図104の例ではCH1のタイムスロ ットに風母されているから、光スイッチ476はCH1 6~人力されるQ/4 12クロック信号の位相を制御す

分岐回路504で信号の一部を分岐し、レベル検出器5 06で受債信号のレベルを検出し、比較器508で基準 値と比較して基準値以下であれば入力断アラームを出力 する。人力から比較器508までは故障の少ない受動部 ることができる。これによって、光受信機で信号断状態 品のみて構成されているので、光入力断を確実に検出す となったとき、光入力信号が断状態であるのか問期はず [0138]図109は図106の回路の変形である。 れであるのかを区別することができる。 20

> 多風、18多風の場合も、同様にして光スイッチ、分周 器及び位相制御部を維結接続すれば良い。図103の回 12クロックの位相が最適であれば光スイッチ474, 4 7.6へ与えられるロノ41セクロックの位相が最適になる

路の変形として、光スイッチ434~与えられる4/2

に重費されているかち、光スイッチ474はCH2とC [0134]図103は4多県の倒を示しているが、8

114を安定に分離することができる。

周波数f, は図104の例ではCH2のタイムスロット

へ人力されるロノイルクロック併号の位相を制御する。

逆相の2 つの光信号に分離する光スイッチは、特開昭5 で構成しても良い。この場合、能動光方向性結合器より より光透過率が変化するデバイスをいい。例えば電界吸 【0140】クロック周号に従って入力光信号を互いに 5. 図110に示すよろに、2つのゲート型光スイッチ 510,512.それらに光信号を分配する光分岐回路 514、及び一方のゲート型光スイッチ510へのクロ ック信号の位相を180.シフトする位相シフタ518 も偏波休存性を小さくすることができる。ゲート型光ス イッチとは、光変調器としても使用される、印加電圧に 5-7315号公報に配載されたTi紅散LiNbO, **精晶導波路による能動光方向性結合器により奥現でき** 収型光楽問器(EA楽問器)である。

6は省略することが可能である。この場合、多項する低

ように、製作時に光パスと電気パスの位相を調整するよ うにすれば、図105に示すように、位相可変回路48 0, 482及びそれらのための位相制御部484, 48 **周波信号は「、のみで良いので、パンドパスフィルタ4** [0135]図103の構成において、位相創御部44 F,を図102と同様に光受信機に設けた光/電気変換

46も省略できる。

0、484、486において必要な周波数「, , f,,

CH3を受信することを予定している光受信機455か [0136] 図106は図97, 101, 102, 10

らはじ,を使用するように損成する。

3及び105におけるタイミング再生部432と位相可 窓回路439の詳細な構成の一例を示す。 タイミング再 生部432は光/電気変換を行なう受光繋子490.受

良い。この場合において、CHIを受信することを予定

している光受信機453からは「、及び「、を検用し、

素子の光電流モニタ部の出力から検出するようにしても

において、位相制御部440の構成と動作は図97と問 11の回路において、VCO520が生成するクロック (0141)図97~105を参照して説明した光受信 ることにより最適なクロックを得ていたが、クロックを VCO(電圧制御発振器)で発生し、その周波数及び位 様である。光スイッチ434に供給されるクロック信号 はVCO520で発生され、位相制御部440が出力す **機では受信光信号から再生したクロックの位相を制御す** ||fが最適になるように構成することもできる。図1|| る制御信号はVCO520~与えられる。以下化、図1 **雷导が最適な値になるように制御されることを説明す** る。以下のように定義する。

ę

光報子490の出力からGIRの成分をつくり出すための 非級形徳出回路492、非線形徳出回路492の出力か

4. タイミングフィルタ484の出力の振幅を一定にす るためのリミッタアンブ486及び1/2分周器498 からなる。位相可楽回路438はタイミングフィルタ4 84とリミッタアンブ486の間に抑入するのが呼遊で

5QIbの成分のみを取り出すタイミングフィルタ49

a(1):光スイッチに入力する光信号の位相(簡単化 [0142] ゆ (1) : 光スイッチ434亿入力するク ロック信号の位相(VCO520の出力信号の位相) のため、1010交番債母が入力していると考える) チャネルーを基準とする。 スが1タイムスロット内にはいる信号を光多度した場合 50

00と全被整液阿路502からなる。 各チャネルのパル

[0137] 非類形抽出回路492はさらに徴分回路5

米パンドパスフィルタ448(中心隔波数 [,) を通過す る「、成分の強度は位相挽りに対して図100のように [0144] CCで、VCO520の制御本正に発展器 448から低周波信号1, cos2mg,(を加えるC 'dφ/dt=ω, +V(t)=ω, +I, cos2πg, t+KVo (1) とにより、のに摂動を与える。 变化する. [0143] θ(t):Φ(t)-α(t) (図99数 V(1):VCO制御稿圧×VCOの角周波数変調感度 : 同期検疫回路450の出力値 ω, :VCOの自走角周波数

特開平8-321805

(92)

※なり、ゆが周波数8、で位相変調されていることがわか **今、Voがゆっくり変化している、もしくは定常状態に** あると考え、一定とする。

(0145](1)式を開分すると、(2)式のように※10

φ = (ω, +KVo) (+1, sin2πg, (+C

(C:開分定数、1,:定数) (2)

て、発振器イイ8からの出力1。sin2πg, 1を用 いて同期検彼したときの出力> o(t)は図112に示 を出力すると仮定する。)次に、動作がどこに収束して いくかをみる。簡単化のため、摂動成分を除くと、以下 ★母に対して同相になり、(c)点では逆相になる。よっ **すようになる。 (同相の場合、+1を逆相の場合、-1** のようにかける。 したよう化パンドパスフィルタ446を通過する「,成 分は、図100に示す応答をする。すなわち、(8)点 (1)は図97の場合と同様に周波数8,で位相変調さ [0148] 8に位相変調が施されていると、既に説明 被形が折り返されるため、「1, 成分の変動に5; よって、α(1)の時間機分が一定とみなすと。θ

[0147] $d\phi/dt = \omega_{\bullet} + V(t) = \omega_{\bullet} + KVo(t)$ n2πg, tの成分がなくなる。(b)点では、人力信★20

更に変形して、

(3)

d 0/d 1 = d 0/d 1 - d a/d 1 = 0, - d a/d 1 + Vo (1) = Dw. + KVo (1)

1a/dtは一所値なので、∇∞。:一所値である。K が正でかつ、Kが大きくΔω。/K=0であれば、θ> 0の場合Vo(1)<0, db/d1<0より、0は0

>0より、8は0へ収束する。以上より、8は0へ収束 34及び536において基準値と比較され、比較結果の [0148] 8<0の場合No(t)>0. d8/d1 していき、光スイッチで光信号を最適なタイミングで光 路を切り替えることができることが示される。図111 の構成において、光入力断を検出するための回路構成を **分岐され、一方は光スイッチ434 (図1111) へ入力** する。他方は受光素子524で電気信号に変換され、バ ンドパスフィルタ526及び528において低周被成分 3.2 において商売値で除算されて規格化され、比較器5 ANDを入力断アラーム信号とする。図111の回路で は一方のチャンネルに「、が他方のチャンネルに「、か **爪骨されている場合を担定している。「, と「, のうち** 片方の回線のみを使用することができる。除算器530 及び532は入力パワーの変動の影響を除くためのもの 「、及び「、かそれぞれ検Шされ、除算器530及び5 一方のみをモニタしても良いが両方をモニタしておくと 図113に示す。 受信光信号は光分岐部522において へ収束する。

周して作り出している。なお低周液信号 f, はCH1と CH2K単位される。

[0150]

伝送条件の最適化により大容量伝送が可能になり、光多 【発明の効果】以上述べてきたように本発明によれば、 単化の実現のためのいくつかの周辺技術が確立される。 (図面の簡単な説明)

(図2)放長可変光数の一倒としての液長可葉半導体し [図1] 彼長可変光顔が散けられた木発明の光伝送シス テムの一例を示すブロック図である。 ーザを示す料限図である。

[図3] 中株器ごとに液風可察フィルタをさらに設けた 4発明の光信送システムの他の例を示すブロック図であ 【図4】伝送特性部をさらに散けた本発明の光伝送シス 【図5】符号観り事の測定値から液長を決定する方法を テムの他の例を示すプロック図である。 ê

「図8]アイバターンによる伝送特件の測定を税明する 説明する図である。 図である。

【図7】〇値を説明する図である。

【図8】本発明の光伝送システムの他の例を示すブロッ

【図9】本発明の光伝送システムの他の例を示すブロッ 7図である。

[0149] 図114は図111の回路を4多照に拡張

であり、人力パワーが安定している場合、不受である。

٠.

【図10】分散可変補償器が送信師に敷けられた本発明 7図である。 8 はVCO520の出力を1/2分周器544で1/2分 したものである。光スイッチ540、542のクロック

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.cojp/share/

[図35] 温度評価に基づき、信号光波長、ブリチャー ピンク量、分散補償量、及び光増幅度を変更する光伝送 [図36] 分散補償器を受信側に配置することにより非

システムの一例を示す図である。

【図11】本発明の光伝送システムの他の例を示すプロ

の光伝送システムの一例を示すブロック図である。

[図12] 分散可変補償器が受信側に設けられた本発明

線形効果を軽減した光伝送システムの一例を示す図であ

【図38】分散補償器を送信側に配置した光伝送システ

[図37] 光伝送システムの他の何を示す図である。

|図59| 動作点が変動したときのドリフト補償回路の の動作を説明する図である。

[図60] 動作点が変動したときのドリフト補償回路の

【図61】本発明のドリフト補償回路を育する光多重化 ノステムの一例を示すブロック図である。

【図62】本発明のドリフト補償回路を有する光多重化 システムの他の例を示すブロック図である

【図63】本発明のドリフト補償回路を有する光多重化 [図64] 本発明のドリフト補償回路を育する光多単化 ンステムの他の例を示すプロック図である。

【図65】本発明のドリフト補償回路を有する光多重化 システムの他の例を示すブロック図である。

【図68】本発明のドリフト補償回路を有する光多班化 レステムの他の例を示すブロック図である。 ンステムの他の例を示すブロック図である。

【図69】本発明のドリフト補償回路を有する光多重化 ンステムの他の例を示すブロック図である。

[図71] 図70のシステムの動作を説明するためのタ 分割多重伝送システムの一例を示すプロック図である。 イミングチャートである。

[図47] 分散補償器を配置し、さらに、伝送特性を測

[図23] 液長多重方式における信号号波長の配置の-[図24] 奪分散波長入のの温度依存性を示す図であ [図25] 光ファイバの温度評価の一例を示す図であ

所を示す図である。

光変調器を示す図である。

置した光伝送システムの一例を示す図である。

定してブリチャーピング肌を最適に制御する光伝送シス 【図48】分散補償器を送信側に配置した光伝送システ 【図49】分散補償器を送信部、受信部、及び中雄器に

テムの一例を示す図である。

ムの一角を示す図である。

8

[図73] 本発明のクロック抽出技術の他の例を説明す 5たむの液形図りある。 液形図である。

[図50] 分散補償器を配置し、さらに、伝送特性を測 **起して借号光波長及びブリチャーピング酢を最適に制御** 【図51】分散加償器を送信側に配置した光伝送システ

する光伝送システムの一例を示す図である。

和関した光伝送システムの一例を示す図である。

【図80】本発明の光受信機の一例を示すブロック図で

【図56】伝送特性を測定して各光増幅中継区間どとに 信号光波長を最適化する光伝送システムの一例を示す図 【図57】さらに、分散補債器を配置した光伝送システ

[図33] 分赦可突肺機器を送信制、受信部及び中機器

[図34] 温度評価に基づき光増幅器の増幅度を変更す

5光伝送システムの一何を示す図である。

に配置した光伝送システムの一例を示す図である。

[図53] 光増幅中棋器に改長変換器を配置した光伝送 [図51] 送信部における液長も可変とした光伝送シス 【図55】彼長変換器の一例としての彼長変換レーザの

システムの一何を示す図である。

する光伝法システムの一例を示す図である。

者システムの一例を示す図である。 ステムの一例を示す図である。

テムの一所を示す図である。

配置した光伝送システムの一例を示す図である。

【図52】分散補償器を送信部、受信部、及び中継器に

ムの一関を示す図である。

[図28] 温度評価に基づき信号光液長を変更する光伝 [図29] 本発明の光伝送システムの他の例を示す図む [図30] 温度評価に基づきブリチャーピング量を変更 [図31] 温度評価に基づき分散補償重を変更する光伝 [図32] 分散可変補償器と受信側に配置した光伝送シ

送システムの一例を示す図である。

【図27】光ファイバの温度評価の他の例を示す図であ

[図26] 光ファイバの温度評価の他の例を示す図であ

[図58] 動作点が適正であるときのドリフト補償回路 この一個を示す図である。

Z

助作を説明する図である。 助作を説明する図である。

ンステムの他の例を示すブロック図である。

【図41】受信側に配置した分散補債器の補償費10を負

とした光伝送システムの一例を示す図である。

【図40】受信剛に配置した分散補償器の補償費Dを正

【図39】光伝送システムの他の例を示す図である。

9

【図 | 5 】伝送特性測定部がさらに骰けられた本発明の

1の光伝送システムの一例を示すブロック図である。

[図18] 本発明の光伝送システムの他の例を示すプロ

七斤送システムの一門を示すブロック図である。

【図14】 中棋器にも分散可変補償器が設けられた本発

【図13】本発明の光伝送システムの他の例を示すプロ

0光伝送システムの一例を示すブロック図である。

ムの一回を示す図である。

削及び受信側に配置した光伝送システムの一何を示す図

【図18】本発明の光伝送システムの他の何を示すプロ [図19] 本発明の光伝送システムの他の何を示すプロ

ック図れたる。 ック図である。

【図17】本発明の光伝送システムの他の例を示すプロ

ック図である。 ック図である。

図421分的値の簡性が互いに逆の分散補償器を送信

とした光伝送システムの一例を示す図である。

【図43】中椎器にも分散補償器を配置した光伝送シス

【図44】分散補償器を配置し、さらに、伝送特性を測

20

[図20] マッハツェンダ型の光変調器の特性を示す図

[図21] マッパツェンダ型光変調器におけるレッドシ [図22] ブリチャーピング量の制御のために強度変調 部と位相変調部をタンデムに接続したマッパツェンダ型

フト及びブルーシフトを説明する図である。

テムの一例を示す囚である。

定して信号光波長を最適化する光伝送システムの一例を

【図45】分散補償器を送信側に配置した光伝送システ 【図46】分散補償器を送信部、受信部及び中継器に配

示す図である。

ムの一例を示す図である。

【図66】本発明のドリフト補償回路を有する光多重化 ンステムの他の例を示すブロック図である。

[図67] 本発明のドリフト補償回路を有する光多重化

【図70】本発明のクロック抽出技術が適用される光時

[図72] 本発明のクロック抽出技術を説明するための

【図75】本発明の光送信機の他の例を示すブロック図 【図74】本発明の光送情機の一例を示すブロック図で

[図78] 本発明の光送信機の他の例を示すプロック図 【図77】マッハツェンダ型光変調器の駆動電圧の振幅 を変えることによる出力光の始度の変更を説明する図で

アスを変更することによる出力光の強度の変更を説明す [図79] 本発明の光送信機の他の例を示すプロック図 [図18] マッハツェンダ型光変調器の駆動電圧のパイ

S 【図81】本発明の光受信機の他の例を示すプロック図

特開平8-321805 C88) 【図82】クロック抽山回路の詳細を示すブロック図で [図83] 本発明の光分離器の一例を示すプロック図で

[図84] チャンネル離別データを含む伝送データの形

[図85] 本発明の光分離器の他の例を示すプロック図 式の一例を示す図である。 785.

[図86] 本発明の光分離器の他の例を示すブロック図 [図87] 本発明の光分離器の他の例を示すプロック図 である.

【図89】本発明の光分離器の他の例を示すプロック図 【図88】光遅延回路の一例を示す図である。

[図90]光倩号に多典化される低周液倩号を示す図で **6**5°

【図91】本発明の光分離器の他の例を示すプロック図 【図92】本発明の光分離器の他の例を示すプロック図 C\$5.

20

[図93] 本発明の光分離器の他の例を示すブロック図

【図95】本発明の光送信機の他の例を示すブロック図 【図94】本発明の光送信機の一例を示すプロック図で

【図96】原動同路418,420の詳細を示す回路図 てある。 **ca2**

[図97] 本発明のクロック位相安定化制御を行なう光 【図98】図97の回路の動作を説明するタイミングチ 受信機を示すプロック図である。 2

【図100】位相差のとf,成分の強度との関係を示す 【図99】位相差のを説明する図である。 4-1-tob5.

【図101】本系明の光受信機の他の例を示す図であ 図れある。

【図103】本発明の光受信機の他の例を示す図であ

【図102】本発明の光受信機の他の例を示す図であ

ş

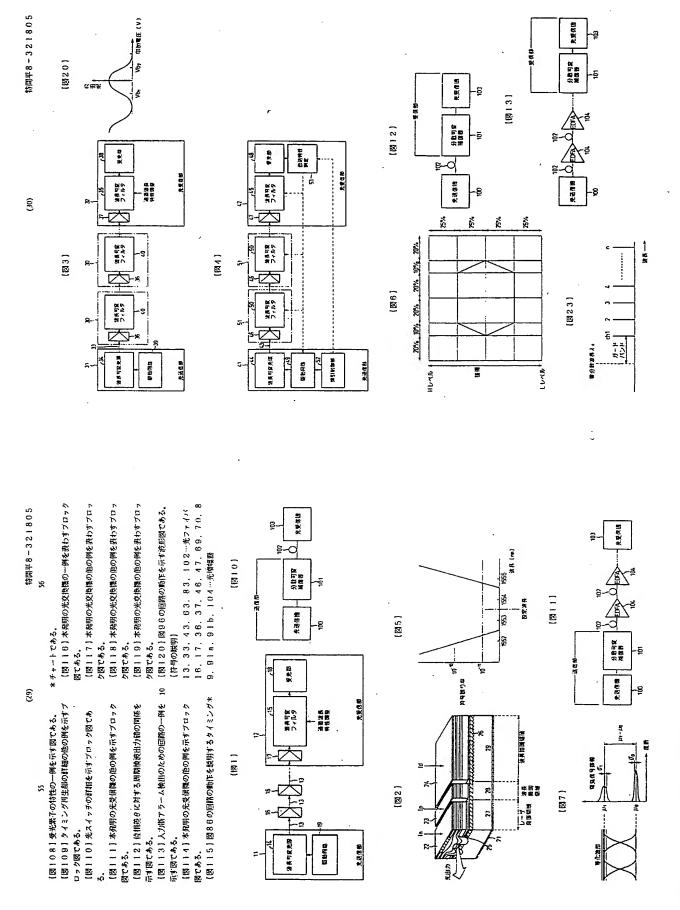
【図105】木発明の光受信機の他の例を示すプロック 【図104】図103の光受信機において受信信号に重 量される低周液信号の一例を示す図である。

[図106] タイミング再生部の詳細の一例を示すプロ

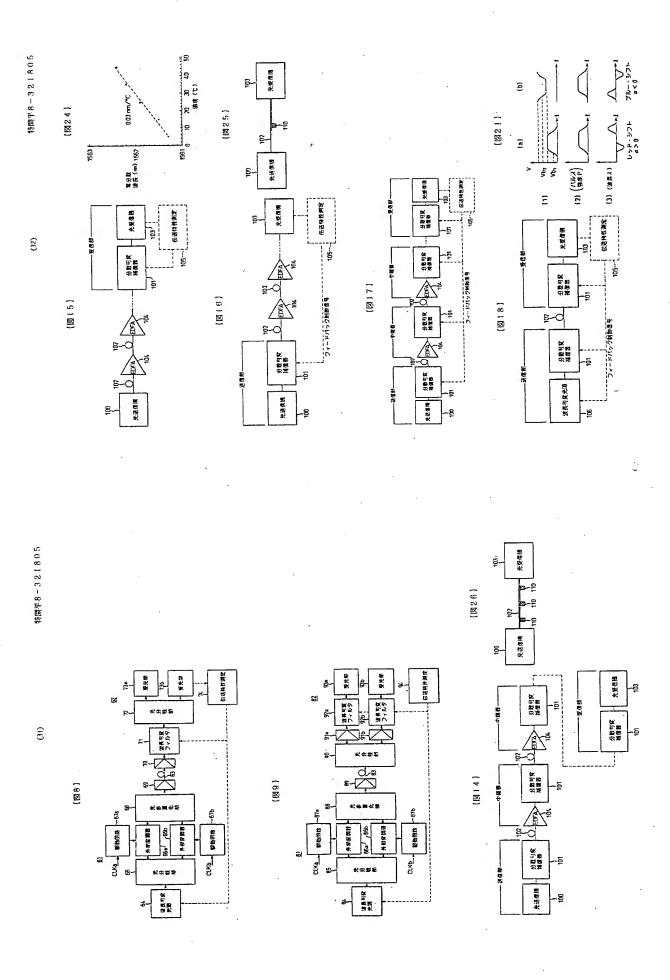
【図107】光多重化信号の一例の被形図である。

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.cojp/share/

22



多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/



多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.cojp/share/

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

游戏司权光期

先受信仰

g Q

分数路線器

光路信息

[図42]

35 TAN (100

(a)

特開平8-321805

光路衛門

先更供证

分散補償的

[國39]

35

[図37]

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

光型な プリチャーピング 実列部 可収

ファードバックが部件等

但要非生报归

フィードバック財政債号

斯米斯巴斯斯

光照信機

分割を開発

Q ğ

第 第 第 第 112 0<0

- 墨尼奴米

<u>3</u>

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

· 特開平8-321805

(43)

[图88]

[國69]

数四位を

[回100]

11 PE

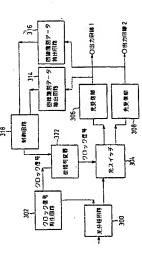
MEL OF THE

RIGG HUREDM

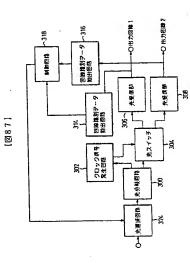
200 B

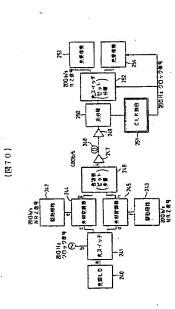
2163

を存在の

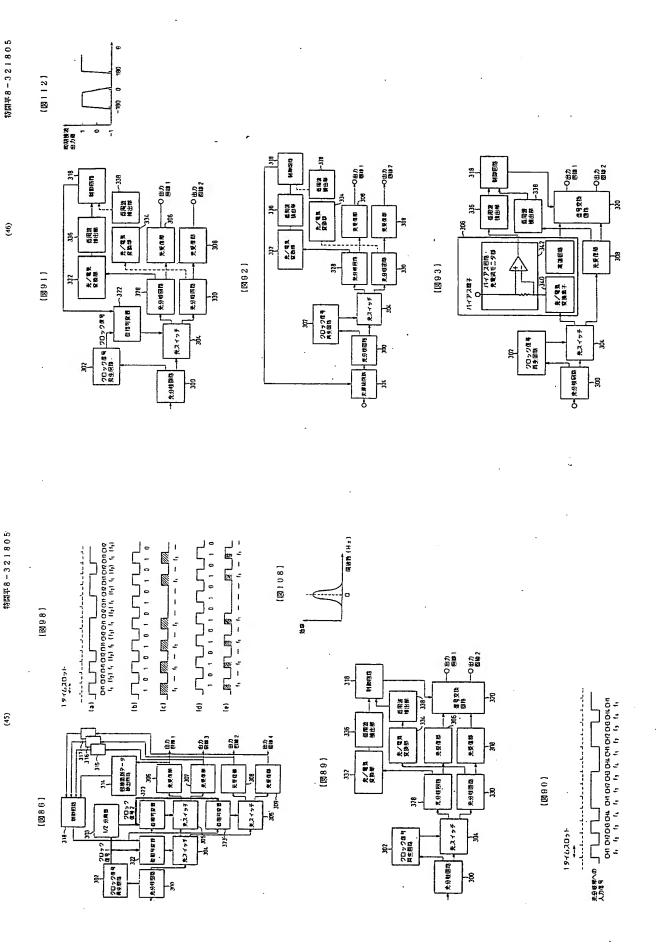


(図85)





[図84]



多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.cojp/share/

特開平8-321805

3

[図84]

卣

外数数据

[图8]

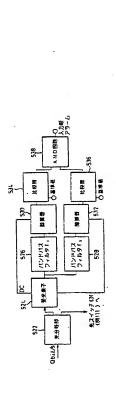
外的

李明明

(2)

100

90.04



発展製化

北位罪

光更傳輸

免疫病

光分数部

[図107]

[図104]

-O±@92

STEP STEP

光報的

ģ

外間

202206

19462021

(図113)

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.cojp/share/

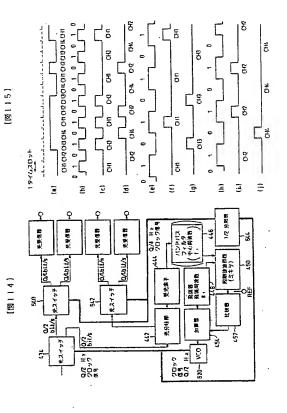
特開平8-321805

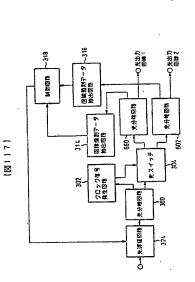
(49)

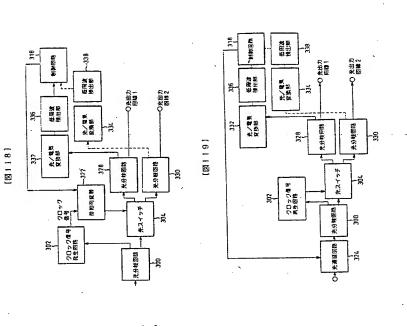
多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

(25)

特開平8-321805







(72)発明者 大井 寬己 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 阿属 元義 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内 富士通株式会社内 (72)発明者 (72)為明者 友節 博朗 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 寫上通株式会社内

フロントページの結束

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/